

**Ergebnisse
mit der Hüftgelenktotalendoprothese,
Modell St. Georg, an einer mittelgroßen,
allgemeinchirurgischen Abteilung**

von
Björn Willberg
—

1978

1979
—



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41533920_0004

Aus der Chirurgischen Klinik und Polyklinik A
der Universität Düsseldorf,
Direktor: Prof. Dr. med. K. Kremer,

und der Chirurgischen Abteilung
im Krankenhaus Bethesda Mönchengladbach,
Chefarzt: Dr. med. F. Stürtzbecher

Ergebnisse mit der Hüftgelenktotal-
endoprothese, Modell St. Georg,
an einer mittelgroßen, allgemein-
chirurgischen Abteilung.



Dissertation

Zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Medizin der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Björn W i l l b e r g
1978

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Universität Düsseldorf.

Der Dekan

Referent

der Medizinischen Fakultät gez.: Prof. Dr. Moschinski
der Universität Düsseldorf

Korreferent

gez.: Prof. Dr. Reinauer

gez.: Prof. Dr. Krämer



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Historische Entwicklung der Hüftgelenktotalendoprothetik	2
3. Technik der Hüftgelenktotalendoprothetik und technisch-biologische Grenzprobleme	8
3.1. Materialtechnische Anforderungen an Endoprothesenwerkstoffe	8
3.1.1. Bruch- und Verformungsfestigkeit	8
3.1.2. Verschleißfestigkeit unter lager-technischen Gesichtspunkten	9
3.1.3. Korrosionsbeständigkeit	11
3.2. Konstruktionsprinzipien von Hüftgelenktotalendoprothesen	12
3.2.1. Gleitpaarung Metall-Metall	12
3.2.2. Gleitpaarung Metall-Kunststoff	13
3.2.3. Totalendoprothesen mit Interpositum	14
3.2.4. Rotationstotalendoprothesen	15
3.2.5. Endoprothesen aus Keramik	16
3.3. Wechselwirkungen zwischen Implantat und Organismus	17
3.3.1. Biologische Reaktionen auf Abrieb- und Verschleißprodukte	17
3.3.2. Auswirkungen von abbindendem Knochenzement	19
3.3.2.1. Thermische Schädigungen	19
3.3.2.2. Toxische Schädigungen	21
3.4. Probleme bei der Implantatverankerung	23
3.4.1. Arten der Endoprothesenverankerung	24
4. Klinik der Hüftalloarthroplastik	29
4.1. Indikationen zur Hüfttotalendoprothese und ihre Einschränkungen	29
4.1.1. Indikationen	29

4.1.2.	Einschränkungen der Indikation	38
4.2.	Komplikationen der Hüft- alloarthroplastik	40
4.2.1.	Intraoperative Komplikationen	40
4.2.1.1.	Chirurgische Komplikationen	40
4.2.1.2.	Anaesthesiologische Komplikationen	41
4.2.2.	Postoperative Frühkomplikationen	44
4.2.2.1.	Thrombo-embolische Komplikationen	44
4.2.2.2.	Frühinfektion	45
4.2.2.3.	Neurologische Komplikationen	46
4.2.3.	Spätkomplikationen	47
4.2.3.1.	Endoprothesenlockerung	47
4.2.3.2.	Materialbruch	51
4.2.3.3.	Materialverschleiß	52
4.2.3.4.	Periartikuläre Ossifikationen	53
4.2.3.5.	Spätinfektion	55
4.3.	Infektionsprophylaxe	58
4.3.1.	Allgemeine Maßnahmen	58
4.3.2.	Ultrasterile Operationsbedingungen	59
4.3.3.	Aktive Immunisierung	59
4.3.4.	Anwendung antibiotikahaltiger Knochenzemente	60
5.	Eigenes Vorgehen	62
5.1.	Prae- und postoperative Routine- diagnostik und -therapie	62
5.2.	Beschreibung des Endoprothesenmodells	64
5.3.	Operatives Vorgehen	65
5.3.1.	Organisatorische und räumliche Gegebenheiten	65
5.3.2.	Verlauf der Operation	66
6.	Eigene Ergebnisse	69
6.1.	Methodik	69

6.2.	Auswertung der Krankenblätter	76
6.2.1.	Alters-, Geschlechts- und Seitenverteilung	76
6.2.2.	Stationäre Verweildauer	78
6.2.3.	Nebenbefunde und Vorerkrankungen	78
6.2.4.	Indikationen zur Totalendoprothese	81
6.2.5.	Komplikationen	82
6.3.	Ergebnisse der Fragebögen	85
6.4.	Ergebnisse der Nachuntersuchung	90
6.4.1.	Klinische Untersuchung	91
6.4.2.	Einstufung in die Gruppen A, B und C	92
6.4.3.	Ergebnisse der Röntgenuntersuchung	94
6.4.4.	Einordnung der Ergebnisse in die Bewertungsmaßstäbe	94
6.4.4.1.	Schmerzindex	94
6.4.4.2.	Motilitätsindex	95
6.4.4.3.	Aktivitätsindex nach SHEPHERD	97
6.4.4.4.	Subjektives Urteil	99
6.4.4.5.	Zusammengefaßtes Urteil	100
6.4.4.6.	Bewertungsschema nach MERLE A'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY	101
6.4.4.7.	Urteil nach dem Schema von MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY	104
7.	Diskussion	106
7.1.	Zum Stand der Hüftendoprothesentechnik	106
7.2.	Zur Problematik der Indikation unter Berücksichtigung der Komplikationen	107
7.3.	Zur Beurteilungsweise des Operations- erfolges	110
7.4.	Zu den eigenen Ergebnissen	112
7.4.1.	Auswertung der Krankenblätter	112

7.4.2.	Bewertung der Fragebogen- ergebnisse	114
7.4.3.	Besprechung der eigenen Unter- suchungsergebnisse	115
7.4.3.1.	Klinische Befunde und Einteilung in die Kategorien A, B und C	115
7.4.3.2.	Röntgenbefunde	117
7.4.3.3.	Ergebnisse nach dem Schmerzindex	117
7.4.3.4.	Ergebnisse nach dem Motilitätsindex	118
7.4.3.5.	Ergebnisse nach dem Aktivitäts- index nach SHEPHERD	118
7.4.3.6.	Verteilung des subjektiven Urteils	119
7.4.3.7.	Verteilung des zusammengefaßten Urteils	120
7.4.3.8.	Bewertung durch das Schema nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY	120
7.4.4.	Vergleich des subjektiven Urteils, des zusammengefaßten Urteils und des Urteils abgeleitet aus dem Schema nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY	121
7.4.5.	Komplikationen und Vergleich mit Komplikationsraten anderer Autoren	122
7.4.6.	Vergleich der Gesamtbeurteilungen mit den Ergebnissen anderer Autoren	123
7.5.	Zur Frage der Durchführbarkeit der Hüftalloarthroplastik an nicht spezialisierten, kleineren allgemein- chirurgischen Abteilungen	124
7.6.	Schlußfolgerungen	126
7.6.1.	Zur Indikationsfrage	126
7.6.2.	Zum Bewertungsmodus der Operations- ergebnisse	126
7.6.3.	Zur Frage der Durchführbarkeit der Hüftalloarthroplastik an kleineren allgemeinchirurgischen Abteilungen	127
8.	Zusammenfassung	128
	Tabellen	130
	Grafiken	133
	Literaturverzeichnis	145
	Danksagung	161
	Lebenslauf	162

1. Einleitung.

Alloarthroplastische Eingriffe am Hüftgelenk werden heute aus verschiedenen Indikationen an vielen Kliniken routinemäßig durchgeführt. Da es sich hierbei um ein sehr eingreifendes Operationsverfahren mit Komplikationsraten bis zu 10 % und nur begrenzten Rückzugsmöglichkeiten im Falle eines Mißerfolges handelt, stellt sich die Frage, ob die totalendoprothetische Behandlung von Hüftleiden auch an kleineren, allgemeinchirurgischen Abteilungen als Routineeingriff vertretbar ist. Zu dieser Frage soll in der vorliegenden Arbeit Stellung genommen werden. Grundlage hierfür bilden eine Auswertung der Literatur zum gegenwärtigen Stand der Technik und Klinik der Hüftalloarthroplastik sowie eine Nachuntersuchung an 162 von insgesamt 301 Patienten, die in der Zeit von 1970 bis 1976 an der chirurgischen Abteilung des Krankenhauses Bethesda in Mönchengladbach mit einer Hüftendoprothese versorgt worden sind. Neben den Krankengeschichten konnten noch 207 beantwortete Fragebögen ausgewertet werden. Die Ergebnisse der Nachuntersuchungen und die bekannt gewordenen Komplikationen werden mit den Resultaten anderer Kliniken verglichen. Außerdem wird Stellung genommen zur Frage der Beurteilungsweise des Operationserfolges. Ein historischer Überblick führt in die Problematik der Hüftalloarthroplastik ein.

2. Historische Entwicklung der Hüftgelenktotal- endoprothetik.

Versuche, am arthrotisch veränderten Hüftgelenk durch Interposition von körpereigenen Geweben oder von alloplastischem Material eine Schmerzreduktion und Verbesserung der Funktion zu erzielen, gehen bis in das vergangene Jahrhundert zurück (BUCHHOLZ, 1969a; BRAUNSDORF und KONRADT, 1977). Weichteilinterposita - Fettlappen, gestielte Muskeln oder freie Faszienlappen - wurden schon 1858 von OLIER, 1893 von HELFERICH und 1895 von MIKULICZ verwandt. Bekannt geworden ist die von LEXER entwickelte Fettfaszienplastik.

Das erste bekannte alloplastische Interpositum ist eine Holzplatte, die CARNOCHAN 1840 einsetzte. PEAN benutzte 1894 eine Metallplatte, CHLUMPSKY führte systematische Versuche mit verschiedenen Materialien wie Magnesium, Zinn, Zink, Silber, Gummi, Zelluloid und entkalktem Knochen durch. Der einzige Dauererfolg war nur RONES beschieden, der 1902 eine Goldplatte als Interpositum verwandte und eine über 24 Jahre währende gute Funktion erzielte.

Ab 1925 experimentierte SMITH-PETERSEN (1939) mit sogenannten "hip cups" zunächst aus Bakelit, später ab 1931 aus Vitallium. Diese "hip cups" waren muldenförmige Interposita, welche nach Teilresektion des Hüftkopfes beweglich zwischen natürlicher Pfanne und Schenkelhalstumpf eingesetzt wurden. Während die Bakelit-hip-cups des ungeeigneten Materials wegen keinen Dauererfolg bieten konnten, lagen die Komplikationen bei den "hip cups" aus Vitallium vorwiegend im raschen Verschleiß der natürlichen Hüftpfanne und in der Ausbildung schwerer periartikulärer Verknöcherungen. Hierdurch traten relativ rasch wieder starke Beschwerden im operierten Hüftgelenk auf, so daß dauerhafte Operationserfolge nicht erzielt werden konnten.

Mit der Verwendung des Materials Vitallium erzielte SMITH-PETERSEN allerdings einen Durchbruch. Wie SMOOK und GAILLARD nachweisen konnten, ist Vitallium elektrisch nahezu indifferent. Dies beruht auf einer außerordentlich raschen Depolarisation des Materials. VENABLE und STUCK (1938) bestätigten durch experimentelle Studien die Eignung von Vitallium als Implantatmaterial.

Spektakuläre Anfangserfolge erzielten die Brüder JUDET ab 1946 mit den von ihnen entwickelten Kopf-Endoprothesen (RUCKELSHAUSEN, 1973a). Bei dieser Methode wurde ein Teil des Hüftkopfes durch eine aus Plexiglas bestehende Endoprothese ersetzt, die mit einem Stiel im Schenkelhals fixiert wurde. Nach anfänglicher Beschwerdefreiheit traten aber nach einiger Zeit wieder Schmerzen auf, die durch Lockerung des Implantats und durch unphysiologische Belastung des natürlichen Pfannenlagers verursacht wurden. Außerdem war der Abrieb des Materials so groß, daß Fremdkörperreaktionen, die als "Akrylosen" bekannt geworden sind, auftraten. Eine Modifikation und Weiterentwicklung der Kopfendoprothese der Brüder JUDET stellt die 1958 entwickelte Dreistiftprothese von NEFF dar, die noch heute - vorwiegend in der Kinderchirurgie und Kinderorthopädie - gelegentlich Verwendung findet. NEFF verwandte als Material V-4-Stahl, die Fixation erfolgt über drei konische Stahlstifte im Schenkelhals; außerdem wird der Kopfteil mit Knochenzement unterfüttert und so eine bessere Auflageanpassung erreicht.

Ab 1950 verwandten MOORE und REYMAN (MOORE, 1952) in den USA Kopf-Hals-Endoprothesen aus Vitallium. THOMPSON und EICHLER (THOMPSON, 1953) entwickelten zur gleichen Zeit ähnliche Modelle. Diese Art von Endoprothesen wurde nach Resektion in der Basis des Schenkelhalses mit einem unterschiedlich langen mehr oder weniger spitz zulaufenden Dorn im Lumen der Oberschenkel-diaphyse befestigt. Die Fixierung erfolgte rein mechanisch. Bei der MOORE-Endoprothese finden sich im Schaftteil Fenster, durch welche Spongiosa-Brücken

hindurch wachsen und so eine zusätzliche Sicherung der Fixation bewirken sollen. Erfolgreich angewendet wurden die Kopf-Hals-Endoprothesen besonders bei der Behandlung von Schenkelhalsfrakturen. Problematischer war die Verwendung bei der Coxarthrose, da die Belastung des vorgeschädigten Pfannenknorpels durch den künstlichen Hüftkopf so groß war, daß es zunächst zu heftigen Schmerzen und später nicht selten zu Pfannenwanderungen kam.

In der Absicht, die Belastung des Pfannenknorpels auf ein Minimum zu reduzieren, entwickelte CHRISTIANSEN (1969) eine sogenannte Rotations-Kopf-Hals-Endoprothese, bei der zwischen Kopf- und Halsteil ein Zapfengelenk besteht, so daß Flexionsbewegungen im Hüftgelenk vorwiegend zwischen Hals- und Kopfteil der Prothese, Spreiz- und Rotationsbewegungen dagegen zwischen Prothesenkopf und natürlicher Pfanne ablaufen. Um den Reibungskoeffizienten im Zapfenlager möglichst klein zu halten, wurde der kopfseitige Teil des Lagers aus Polyäthylen gestaltet. Dem gleichen Prinzip folgt die 1970 von WEBER und HUGGLER (WEBER, 1970) vorgestellte dreiteilige Rotations-Totalendoprothese, welche aus einer Metallpfanne, einem in Kopfform gestalteten Interpositum aus Polyester und einem Femurteil aus Metall besteht, welches wie bei der CHRISTIANSEN-Prothese über ein Zapfengelenk mit dem Kopfteil artikulierte. Wegen untolerierbaren Verschleißes des Kunststoffinterpositums mußte dieses Modell allerdings derart modifiziert werden, daß jetzt der Kopf aus Metall und die Pfanne aus high density polyethylene gefertigt werden.

Die erste Hüftgelenktotalendoprothese aus Vitallium verwandte 1951 Mc KEE. Brauchbare Ergebnisse erzielte er aber erst ab 1956. Die von Mc KEE entwickelte Totalendoprothese bestand femurseitig aus einer THOMPSON-Prothese, pfannenseitig wurde zunächst eine Kobalt-Chrom-Schale verwendet, die mit einer kurzen angegossenen Schraube in der Beckenspongiosa fixiert wurde. Da aber Dauererfolge durch Bruch der Schraube und so verursachte Lockerung der Pfanne

oft zunichte gemacht wurden, verwandten Mc KEE und WATSON-FARRAR (1966) ab 1960 Knochenzement zur Fixation.

Nachdem die Probleme, die sich aus der unzureichenden Eignung des verwendeten Materials ergaben, durch Einführung des Vitalliums und der Kobalt-Chrom- und anderer Legierungen gelöst schienen, traten neue Probleme insbesondere bei der dauerhaften Fixation der Endoprothesen im Körpergewebe in den Vordergrund. Dies umso eher, als bei den zuerst entwickelten Totalendoprothesen ein Metallkopf in einer Pfanne gleichen Materials artikuliert, wodurch ein hoher Reibungswiderstand bedingt war. Je höher aber die Reibung zwischen den artikulierenden Teilen der Endoprothese, umso höher ist auch die Beanspruchung des Knochenlagers, in welchem die Implantate eingebettet sind. Aus diesen Überlegungen heraus entwickelte CHARNLEY (1961) die sogenannte "low friction arthroplasty". Ausgehend von der Verwendung einer MOORE-Prothese aus einer Kobalt-Chrom-Legierung, die er mit einer Pfanne aus Teflon artikulieren ließ, konstruierte er später einen eigenen Kopfteil aus V-4-Stahl mit einem Kopfdurchmesser von nur 22 mm und eine entsprechende Pfanne ebenfalls aus Teflon. Hierdurch war die Reibung zwischen den gelenkenden Teilen der Totalendoprothese auf ein Minimum reduziert, aber das Material Teflon erwies sich als nicht widerstandsfähig genug. Ab 1960 benutzte CHARNLEY daher eine Polyäthylenpfanne, die bei gleich günstigem Reibungsmoment eine bessere Haltbarkeit aufwies. Die Minimierung des Reibungswiderstandes im künstlichen Gelenk war damit auf optimale Weise erzielt. CHARNLEY (1964) ging das Problem der Implantatlockerung aber noch auf einem zweiten Wege an. 1959 führte er einen schnell abhärtenden Kunststoff, das Methylmetacrylat, als Zement zur Fixation der Implantate in die Hüftgelenktotalendoprothetik ein. Das Prinzip der "low friction arthroplasty" und die Verankerung im Knochen mit Polymethylmetacrylat finden bis heute bei vielen Modellen von Hüftgelenktotalendoprothesen Anwendung.

Da nach Meinung vieler Autoren die Verwendung von Knochenzementen noch zu viele Fragen, insbesondere bezüglich der Verträglichkeit auf Dauer, offen läßt, wurden und werden immer wieder neue Versuche unternommen, Gelenkimplantate auf zementfreie Weise im Knochen zu verankern. RING (1968) nahm den Gedanken von Mc KEE wieder auf, die Kunstpfanne mit einer Schraube im Becken zu fixieren. Allerdings verlängerte und stabilisierte er die Schraube erheblich und entwickelte ein Zielinstrument, welches es erlaubt, die Schraube in ganzer Länge sicher in das Os ilium einzubringen. Der Stiel des Kopfteiles ist wie bei der MOORE-Prothese durchlöchert. Die Methode der Pfannenverankerung nach RING und das Prinzip der Kopfendoprothese nach MOORE kombinierte RUCKELSHAUSEN (1973a) in zwei Vorschlägen, welche zusätzlich die Verwendung eines Kunststoffinterpositums vorsehen. Im einen Fall handelt es sich um einen Kunststoffkopf, der mit dem Zapfen des femurseitigen Endoprothesenteils und mit einer Metallpfanne artikuliert, im anderen Fall besteht das Interpositum aus einer Kunststoffschale, die zwischen Metallkopf und Metallpfanne eingelegt ist. Beide Modelle sollen die Vorteile der zementfreien Implantation, der reibungsarmen Artikulation zwischen den gelenkenden Teilen und der technisch leicht durchführbaren Auswechselbarkeit des Kunststoffinterponats bei etwaigem Verschleiß miteinander verbinden.

Völlig andere Wege zur Erzielung einer zementfreien Implantation von Endoprothesen geht Robert JUDET (1975) mit einem 1971 vorgestellten Modell einer Hüftgelenktotalendoprothese. Das Prinzip ist, daß die knochenseitige Oberfläche des Prothesenmaterials durch unzählige unregelmäßige Vertiefungen - zwischen 200 micron und 1 mm in Breite und Tiefe - aufgeraut ist, wodurch die Möglichkeit für das Einwachsen von Knochengewebe und dadurch bewirkte sichere Verankerung der Implantate gegeben sein soll. Ein flügelartiger, durchlöcherter, von der Basis des femuralen Prothesenteils ausgehender Fortsatz, der sich in den Trochanter major einfügen soll, bietet eine zusätzliche Sicherung der Verankerung und insbesondere Rotationsstabilität.

Der Pfannenteil dieser Prothese besteht aus einer zylindrischen Hülle mit einem Polyäthyleneinsatz, in welchem der Metallkopf nicht luxierbar eingebettet ist. Die Verbindung zwischen Pfannenteil mit Kopf einerseits und femoralem Prothesenteil andererseits ist durch ein Zapfengelenk in ähnlicher Weise wie bei der CHRISTIANSEN-Prothese hergestellt.

Auch bezüglich des Prothesenmaterials gibt es seit einigen Jahren neue Vorschläge und Versuche. Verwendung finden bereits Modelle, bei denen der Gelenkkopf allein oder Gelenkkopf und Pfanne aus Aluminium-Oxyd-Keramik bestehen. Bekannt geworden ist die Tragrippen-Endoprothese nach MITTELMEIER (1975), welche auf Grund einer besonderen Gestaltung des Prothesenstiels durch waagerecht verlaufende Aussparungen zementfrei implantiert werden kann. Versuche mit sogenanntem Bio-Glas (HENCH u.M., 1977; GRISS u.M., 1977) befinden sich zur Zeit noch im Stadium labor- und tierexperimenteller Untersuchungen. Die bisherigen Versuche lassen vermuten, daß im Gegensatz zu allen anderen bekannten Materialien beim Bio-Glas eine physiko-chemische oder sogar biochemische Verbindung zwischen dem Glas und kollagenen Fibrillen des Knochens entsteht. Die mechanischen Eigenschaften des Bio-Glases werfen aber bisher noch nicht gelöste Probleme auf.

3. Technik der Hüftgelenktotalendoprothetik und technisch-biologische Grenzprobleme.
- 3.1. Materialtechnische Anforderungen an Endoprothesenwerkstoffe.
- 3.1.1. Bruch- und Verformungsfestigkeit.

Anforderungen an das Material von Hüfttotalendoprothesen sind zunächst einmal grob mechanischer Art. Sie sind bestimmt von den im menschlichen Hüftgelenk auftretenden Belastungen. Dabei werden Preßwerte bis zum Fünffachen des Körpergewichtes beim Laufen oder Springen und bis zum Zwanzigfachen des Körpergewichtes bei Unfällen, wie z.B. Sturz auf die Hüfte, erreicht (BUCHHOLZ, 1973a). Selbst unter extremen Anforderungen soll es nicht zum Bruch oder zur Verformung des Materials kommen. Die heute in Anwendung befindlichen Metall-Legierungen dürften von ihren Materialeigenschaften her den auftretenden Belastungen gewachsen sein; allerdings ist nicht nur die Qualität des Materials, sondern auch die Formgebung der Endoprothese von Bedeutung für die Widerstandsfähigkeit gegen grob mechanische Einflüsse. Dies zeigt das Beispiel des Endoprothesen-Modells St. Georg, dem diese Untersuchung gilt. Wie im folgenden noch ausgeführt wird, stellten wir bei unserem Patientengut 4 Prothesenstielbrüche fest, die jedoch ausschließlich bei einer Ausführung der Endoprothese auftraten, bei der die Krümmung im Stielbereich besonders ausgeprägt war; darüber hinaus handelte es sich um Übergewichtige und gleichzeitig außergewöhnlich agile Patienten.

Der Gefahr der Verformung unterliegen insbesondere die aus Kunststoff bestehenden Teile einer Prothese. Plastische Verformung tritt bei halbplastischen Kunststoffen ein, wenn eine bestimmte materialspezifische Belastungsgrenze überschritten wird. Belastungen unter dieser Grenze rufen die gewünschte elastische Verformung hervor.

Ein Beispiel für mangelnde Formstabilität ist das von CHARNLEY zuerst verwendete Teflon. Die Grenze der Belastbarkeit des Teflons liegt unter dem Maß an Druckbelastung, welches im menschlichen Hüftgelenk erreicht wird. Plastische Verformung der Prothesenpfanne bewirkt auf Dauer eine zunehmende Druckeinwirkung auf das natürliche Knochenlager des Beckens durch den metallischen Prothesenkopf; die klinischen Folgen sind Wiederauftreten von Schmerzen und schmerz-reflektorische Gehenbehinderungen. Die sogenannte "Kaltflußgrenze" - das ist der Bereich des Überganges der elastischen in die plastische Verformung - liegt bei den heute in der Alloarthroplastik verwendeten Kunststoffen, wie Polyäthylen, so hoch, daß sie bei der im künstlichen Hüftgelenk wirkenden Druckbelastung keine Rolle mehr spielt (RUCKELSHAUSEN, 1973b).

3.1.2. Verschleißfestigkeit unter logertechnischen Gesichtspunkten.

Neben der Bruch- und verformungsfestigkeit gegenüber den auftretenden Druckbelastungen ist Verschleißarmut der miteinander gelenkenden Prothesenteile zu fordern. Technisch gesehen stellt eine Hüftgelenkstotalendoprothese ein Kugellager dar; bei den Rotationsprothesen besteht zusätzlich ein Wälzlager zwischen Kopf und dem femoralen Prothesenteil. Der Verschleiß eines Lagers kommt durch Abrieb an den Lagerflächen zustande; man nennt dies die spanabhebende Verformung. Das Ausmaß des Verschleißes ist abhängig von den Faktoren Gleitgeschwindigkeit, Kontaktdruck, Materialfestigkeit und der Art des Schmiermittels. Synovialflüssigkeit an sich weist gute Schmiereigenschaften auf. Dies beruht auf ihrem Gehalt von Mucopolysaccharide. Bei entsprechenden Untersuchungen konnten SHIKITA und KOMISHI (1973) allerdings feststellen, daß die Flüssigkeit, welche man 3 wochen, 12 Monate und 22 Monate postoperationem aus dem Be-

reich einer Hüftgelenktotalendoprothese abpunktierte, in keinem Fall Mucopolysaccharide enthielt. Man kann nach heutigem Wissensstand davon ausgehen, daß eine Schmierwirkung, wenn überhaupt, bei einer Totalendoprothese nur in sehr geringem Umfang stattfindet. Für die materialspezifischen Eigenschaften beim Lagerverschleiß ist die Widerstandsfähigkeit gegen spanabhebende Verformung und die Oberflächenbeschaffenheit ausschlaggebend. Die Abriebfestigkeit des Materials und die Oberflächenglätte der miteinander artikulierenden Teile bestimmen den sogenannten Reibungskoeffizienten. Je höher also der Reibungskoeffizient, desto größer ist die Auswirkung der spanabhebenden Verformung; diese bewirkt eine zunehmende Schichtdickenverminderung an den Gelenkflächen. Bei Totalendoprothesen, deren Pfanne und Kopfteil aus Metall bestehen, wie z.B. bei der Mc KEE-Prothese, sind die Materialverhältnisse so, daß ein wesentlicher Abrieb und damit Schichtdickenverminderung nicht entstehen. Trotzdem kommt es auch bei nur geringem Anfall von Abriebpartikelchen zu einer Aufrauhung des Gleitlagers; man spricht in der Technik vom sogenannten "Fressen" eines Lagers. Wenn auch dieser Grad an Aufrauhung bei einer implantierten Totalendoprothese aus Metall infolge der geringen Laufgeschwindigkeit des Logers nicht erreicht wird, bewirkt die Erhöhung des Reibungswiderstandes dennoch eine wachsende Beanspruchung der Prothesenverankerung im Knochenlager und damit im schlechtesten Fall eine Lockerung der Totalendoprothese.

Anders sind die Verhältnisse, wenn Materialien unterschiedlicher Härte sich in einem Lager gegeneinander bewegen. Rotiert z.B. eine Stahlwelle in einer Bronzeschale, so kommt es zunächst zu einem geringen Verschleiß an der Bronzeschale, aber die Oberfläche der Stahlwelle ist nach einer sogenannten Einlaufzeit glatter als zu Betriebsbeginn. Infolgedessen erniedrigt sich auch der Abrieb in der Bronzeschale. Dieser als Selbstschmierung eines Lagers bezeichnete Vorgang findet - wenn auch auf kompliziertere Weise - bei einem Metall-

kunststofflager ebenfalls statt. Bei einer Totalendoprothese, bei der sich Metall- gegen Kunststoffteile bewegen, ist also zu fordern, daß der Verschleiß - d.h. letztlich die Schichtdickenverminderung des Kunststoffes - so gering bleibt, daß es für die Zeit der Lebenserwartung des Patienten keine Rolle spielt; andererseits sollen die guten Laufeigenschaften - d.h. der niedrige Reibungskoeffizient - eine möglichst minimale Beanspruchung der Verankerung bewirken, so daß eine Endoprothese für möglichst unbegrenzte Zeit sicher und fest im Knochenlager implantiert bleibt. Das von CHARNLEY eingeführte Niederdruckpolyäthylen entspricht nach den bisherigen Erfahrungen diesen Anforderungen von allen angewandten Materialien am ehesten (RUCKELSHAUSEN, 1973a).

3.1.3. Korrosionsbeständigkeit.

Korrosionsbeständigkeit müssen in den Körper implantierte Materialien zunächst einmal gegenüber allen im biologischen Milieu vorhandenen chemischen Substanzen aufweisen. Diese chemische Stabilität scheint nach den bisherigen Erfahrungen bei allen eingesetzten Endoprothesenmaterialien gegeben zu sein. Da das Körpermilieu elektrische Leitfähigkeit besitzt, ist bei Totalendoprothesen, die in allen Teilen aus Metall bestehen, die Gefahr elektrolytischer Korrosion gegeben. Nur wenn alle Prothesenteile aus der gleichen Legierung gefertigt sind, findet Elektrolyse nicht statt. Die lagertechnisch an sich wünschenswerte Verschiedenheit der Legierungen der sich gegeneinander bewegenden Prothesenteile ist also aus Gründen der elektrolytischen Korrosion nicht verwertbar. Das Prothesenmodell nach SIWASCH, welches Titan mit Kobalt-Chrom-Legierung kombiniert, zeigte bei entsprechenden Untersuchungen zunehmende elektrolytische Korrosion. Besonders gefährdet durch Korrosion sind solche Teile einer Endoprothese, bei denen vor allem

durch zu hohe Biegebeanspruchung die materialspezifische Belastbarkeit überschritten wird; hier kommt es durch sogenannte Spannungskorrosion (BLENCKE, 1977) zu einer zunehmenden Schwächung des Materials, die in einem circulus vitiosus zum Bruch des Implantats führen kann.

3.2. Konstruktionsprinzipien von Hüftgelenktotalendoprothesen.

In Anlehnung an RUCKELSHAUSEN (1973a) werden im folgenden 5 Typen von Hüftendoprothesen unterschieden und anhand von Beispielen beschrieben.

3.2.1. Gleitpaarung Metall - Metall.

Ausgehend von der Erfahrung, daß metallische Hüftkopfendoprothesen auf Dauer eine Zerstörung des natürlichen Pfannenknorpels bewirken, führte Mc KEE als erster eine Hüftgelenktotalendoprothese ein, deren Pfanne und Kopfteil aus der gleichen Metall-Legierung gefertigt waren, zunächst aus Vitallium, später aus einer Kobalt-Chrom-Legierung. Da sich hierbei totes Material nicht mehr gegen lebendes Gewebe bewegt, werden die durch den Verschleiß der natürlichen Gelenkfläche hervorgerufenen klinischen Erscheinungen wie Schmerz und schmerzreflektorische Gehbehinderung vermieden. Daß die ursprüngliche Mc KEE-Prothese dennoch keinen Dauererfolg zeigte, lag an der unzureichenden Verankerung der Prothesenteile im natürlichen Knochenlager, da die Pfanne durch eine nur wenig haltbare Verschraubung im Becken und der Kopfteil nur durch Verklemmung im Femur befestigt war. Hinzu traten die ungünstigen Reibungsverhältnisse im künstlichen Gelenk selbst, worauf oben bereits näher eingegangen wurde. Nach Einführung von Knochenzement

erreichte die Mc KEE-FARRAR-Prothese eine bessere Haltbarkeits-
erwartung bezüglich der Verankerung. Totalendoprothesen, deren
Pfanne und Kopfteil aus einer Metall-Legierung bestehen, bezeichnen
wir als Metall-Metall-Endoprothesen.

3.2.2. Gleitpaarung Metall - Kunststoff.

Aus den bereits erwähnten lagertechnischen Gründen konstruierte
CHARNLEY (1961) sein als "low friction arthroplasty" bezeichnetes
Prothesenmodell zunächst mit Teflon, später mit Polyäthylen als
Material für die Pfanne. Diese Endoprothesen nennen wir Metall-
Kunststoff-Prothesen. CHARNLEY nahm gegenüber den alten Prothesen-
modellen noch eine weitere Änderung vor. Um das sogenannte Rei-
bungsmoment, welches aus dem bereits definierten Reibungskoeffi-
zienten, dem Kopfdurchmesser der Endoprothese und den in Funktion
auftretenden Druckverhältnissen resultiert, möglichst gering zu
halten und so die Belastung der Prothesenverankerung in Knochen
weiter zu minimieren, verkleinerte er den Kopfdurchmesser von 41 mm
auf 22,2 mm. Er optimierte auf diese Weise zwei der Faktoren, die
das Reibungsmoment im künstlichen Gelenk ausmachen, den Reibungs-
koeffizienten und den Kopfdurchmesser; die Druckverhältnisse, wel-
che durch das Körpergewicht des Patienten und seine Aktivität be-
stimmt werden, sind ja zumindest durch die Prothesenkonstruktion
nicht veränderbar. Andere Endoprothesenmodelle, wie auch die später
ausführlich zu beschreibende Prothese des Modells St. Georg, er-
reichen eine Verbesserung der Gleitverhältnisse durch eine relative
Verkleinerung des Kopfdurchmessers im Vergleich zum Innendurch-
messer der Pfanne. Der unterschiedliche Durchmesser von Kopf und
Pfanne hat zur Folge, daß beim Gehen nur ein kleines Belastungs-
areal auf Druck beansprucht wird. Hiervon erwartet man eine Ernied-
rigung der Gleitverschleißrate. Zusätzlich soll durch Eintritt

von Gewebsflüssigkeit in den Spalt zwischen Prothesenkopf und -pfanne eine sogenannte feuchte Reibung erzielt werden, wodurch eine weitere Verminderung der Gleitverschleißrate um etwa die Hälfte gegenüber dem Trockenlauf gegeben sein soll (BUCHHOLZ, 1973a). Eine Variante der Metall-Kunststoff-Prothesen stellt das Modell nach MÜLLER-HUGGLER dar. Hier besteht zwar die Pfanne aus Metall, der Kopf gleitet aber auf drei in die Pfannenkonkavität eingelassenen Polyäthylenknöpfen.

3.2.3. Totalendoprothesen mit Interpositum.

Grundsätzlich Metall-Kunststoff-Prothesen sind auch die Totalendoprothesen mit Interpositum. Dieses Konstruktionsprinzip beruht auf der Überlegung, daß man den Teil der Totalendoprothese, der der größten Verschleißrate unterliegt, nämlich den aus Kunststoff gefertigten, einem möglichst leicht durchführbaren Wechsel zugänglich machen sollte. RUCKELSHAUSEN (1973a) konstruierte dementsprechend ein Modell, welches aus einem metallischen Hals-Kopf-Teil, einer metallischen Pfanne und einem schalenförmigen in die Metallpfanne eingefügten Zwischenstück aus Kunststoff besteht. Kommt es zum Verschleiß des Polyäthylen-Interpositums, muß bei einem Austausch kein Prothesenteil aus der Verankerung im Knochen gelöst werden. Dieses Modell ist allerdings nicht in die Serienfertigung gegangen, da RUCKELSHAUSEN später auf die Verwendung der im folgenden beschriebenen WEBER-HUGGLER-Prothese überging.

3.2.4. Rotationstotalendoprothesen.

Die sogenannten Rotations-Totalendoprothesen gehen zurück auf die Rotations-Kopf-Hals-Endoprothese von CHRISTIANSEN. Da der Verschleiß des natürlichen Pfannenlagers auch von der Bewegungsfrequenz des künstlichen Gelenkkopfes gegen den Gelenkknorpel der Pfanne abhängt, schaltete CHRISTIANSEN zwischen den Schaftteil der Prothese und den Prothesenkopf ein Wälzlager. Spreiz- und Rotationsbewegungen in der Hüfte laufen nun zwischen natürlicher Pfanne und Prothesenkopf ab, Flexionsbewegungen dagegen kann das Wälzlager zwischen Prothesenschaft und künstlichem Kopf aufnehmen. Zur Verminderung des Gleitwiderstandes war der Innenteil des Kopfes, der den zylindrischen Gelenkteil des Schaftes aufnimmt, aus Polyäthylen gefertigt. Dieses Konstruktionsprinzip bauten n.a. WEBER und HUGGLER zu einer Totalendoprothese aus. Sie besteht aus einer Kobalt-Chrom-Pfanne, einem Kobalt-Chrom-Schaftteil mit hüftwärts aufsitzendem zylindrischen Zapfen und einem in Kopfform gestalteten Interpositum aus Delrin. Der Kunststoffkopf steht auf dem Prothesenhalszapfen und bildet mit diesem das Wälzlager, während Kopfoberfläche und Metallpfanne als Kugellager funktionieren. Neben der leicht durchführbaren Auswechselbarkeit des Kunststoff-Interpositums soll dieses Modell den zusätzlichen Vorteil bieten, daß durch Wahlmöglichkeit zwischen unterschiedlich langen Kopfteilen eine optimale Anpassung an die individuellen anatomischen Gegebenheiten möglich ist. HESSERT (1970) untersuchte die Funktion der WEBER-HUGGLER-Rotationsprothese in situ und kam zu dem Ergebnis, daß in der Schwungphase des Ganges Drehbewegungen im Wälzlager zwischen Schenkelhalszapfen und Kopf stattfinden, während in der Belastungsphase eine Drehbewegung des Kopfes gegen die Metallpfanne erfolgt, und zwar immer gleichsinnig und in Abhängigkeit vom Bewegungsgrad des belasteten Beines. Beim Austausch eines fehlerhaft zu groß eingesetzten Gelenkkopfes stellte man

eine rotationssymmetrische Abnutzung des zu großen Kopfes fest, was das oben geschilderte Untersuchungsergebnis bestätigt. Über die wegen zu hohen Verschleißes des Polyester-Kopfinterpositums notwendig gewordene Modifizierung der WEBER-HUGGLER-Rotations-Totalendoprothese wurde oben bereits berichtet.

3.2.5. Endoprothesen aus Keramik.

Nachdem keramische Werkstoffe in Tierversuchen eine hervorragende Gewebeverträglichkeit gezeigt hatten (GEDULDIG u.M. 1976), und weil sie aufgrund ihrer materialspezifischen Eigenschaften eine hohe Druckbelastbarkeit bei niedriger Verschleißrate erwarten lassen, finden seit einigen Jahren Prothesenmodelle Anwendung, die teilweise aus Aluminiumoxydkeramik gefertigt sind. Da keramische Werkstoffe wegen ihrer Sprödigkeit keine ausreichende Biegefestigkeit aufweisen, wurden sogenannte Keramik-Metall-Verbundprothesen entwickelt. Der Keramikkopf sitzt dabei einem metallischen Schaftteil auf. Problematisch war die Verbindung zwischen Kopf - und Schaftteil, da Rotationsbewegungen des Kopfes auf dem Zapfen des Schaftteiles wegen der erheblichen Härteunterschiede beider Materialien zu einem nicht tolerierbaren Metallabrieb geführt hätten. Da Klebung und Verlötung wegen mangelhafter Haltbarkeit der Verbindung im Körpermilieu einerseits und wegen nicht ausreichender Körperverträglichkeit andererseits nicht anwendbar erschienen, wurde der Verbund beider Materialien durch sogenannte konische Klemmung hergestellt. DÖRRE und Mitarbeiter (1977) konnten nachweisen, daß Belastungen bis zum Fünffzigfachen des Körpergewichtes nicht zum Bruch oder zur Verformung des Keramikkopfes führten. Keramikendoprothesen werden mit der Gleitpaarung Keramik-Keramik, d.h. Kopf und Pfanne bestehen aus Keramik, oder Keramik-Polyäthylen angeboten; hier besteht nur der Kopf aus Keramik,

während die Pfanne aus Polyäthylen gefertigt ist. Man erhofft sich von der zuletzt genannten Paarung einen geringeren Abrieb des Kunststoffes als bei Gleitpaarung Metall-Polyäthylen (SEMLITSCH u.M., 1975). MITTELMEIER (1975) entwickelte eine Metall-Keramik-Verbund-Totalendoprothese, die zementfrei implantiert werden kann. Dies wird erreicht durch sogenannte Tragrippen, die senkrecht zur Längsachse verlaufend am Prothesenstiel und an der Außenfläche der Pfanne herausragen. Die hierdurch erreichte Vergrößerung der Prothesenoberfläche bedeutet eine relative Druckverminderung am Knochenlager, gleichzeitig entsteht eine Verzahnung zwischen Umgebungsgewebe und Endoprothese.

3.3. Wechselwirkungen zwischen Implantat und Organismus.

Eine Reaktion des lebenden Gewebes um ein alloplastisches Implantat ist insbesondere dann zu beobachten, wenn kleinste Abrieb- und Verschleißpartikel der Implantatwerkstoffe entstehen. Während solide Materialstücke, wenn sie einmal bindegewebig umkapselt sind, keine oder nur noch geringe Gewebereaktionen verursachen, kann die Reaktion auf Verschleißpartikel des gleichen Materials sehr heftig sein. Dies hängt wesentlich mit der enormen Oberflächenvergrößerung zusammen, die gegeben ist, wenn ein Werkstoff in Form kleinster Partikel vorliegt.

3.3.1. Biologische Reaktionen auf Abrieb- und Verschleißprodukte.

VERNON-ROBERTS und FREEMAN (1977) fanden bei licht- und polarisationsmikroskopischen Untersuchungen von Geweben aus der Nachbarschaft von Endoprothesen aus Kobalt-Chrom-Legierungen und Stahl

sehr starke nekrotische und fibrotische Umwandlungen. Bei Polyäthylen waren Nekrosebildungen nicht oder nur in geringem Maße zu beobachten, dagegen sehr starke fibrotische Reaktionen. Polymethylmetacrylat bewirkte keine nekrotische und nur geringe fibrotische Umwandlung. Makrophagen wurden in der Umgebung von Kobalt-Chrom-Legierungen und Stahl in sehr erheblichem Ausmaß gefunden, in starkem Maße bei Polyäthylen, in geringerer Ausprägung bei Polymethylmetacrylat, Fremdkörperriesenzellen waren in sehr großer Menge bei Polyäthylen und Methylmetacrylat, weniger in der Nachbarschaft des Metalls nachweisbar. Intrazellulär wurden Kobalt-Chrom- und Stahlpartikel in Form stark doppelbrechender, schwarzer bis dunkelbrauner Körnchen, Stäbchen oder Nadeln gefunden. Als stark doppelbrechende, farblose Flecken lagen Polyäthylenpartikel in den Zellen vor, während Polymethylmetacrylatteilchen als gering doppelbrechende, runde bis ovale, leere Bezirke imponierten, was dadurch verursacht wird, daß Polymethylmetacrylat bei der Gewebepreparierung in Lösung geht. Die Stärke der Gewebereaktion korrelierte mit der Menge des anfallenden Fremdmaterials. Im Falle ausgedehnten Gewebeuntergangs kann die Höhlung um ein künstliches Gelenk von weichen, weißgrauen Nekrosemassen ähnlich einer tuberkulösen Verkäsung ausgefüllt sein. Metall- und Polyäthylenteilchen konnten ebenfalls in den regionären Lymphknoten nachgewiesen werden. Es wird vermutet, daß sich bei klinisch reaktionslos eingeeilten Implantaten ein Gleichgewicht zwischen der Menge der Verschleißpartikel, der Umwandlung des Umgebungsgewebes in eine fibröse Kapsel und dem Abtransport der Fremdpartikel über die Lymphbahnen eingestellt hat. Wird dieses Gleichgewicht durch eine untolerierbare Menge von Verschleißprodukten gestört, was bei Metallpartikeln früher eintritt als bei Polyäthylenteilchen, finden sich neben einer ausgeprägten zellulären Fremdkörperreaktion Nekrosen in umschriebener bis diffuser Ausdehnung.

Bei Endoprothesen aus Keramik liegen entsprechende Untersuchungen am Menschen noch nicht vor. Aufgrund tierexperimenteller Studien kann allerdings vermutet werden, daß keramische Verschleißpartikel in höherem Maße biologisch inert sind als solche herkömmlicher Werkstoffe.

3.3.2. Auswirkungen von abbindendem Knochenzement.

Besondere Beachtung verdient die Reaktion des Umgebungsgewebes auf Polymethylmetacrylat. Knochenzement wird ja im Gegensatz zu den eigentlichen Prothesenwerkstoffen in chemisch aktiver Form in den Organismus eingebracht. Beim Polymerisationsvorgang, der beginnt, wenn flüssiges Monomer mit pulverförmigem Polymer vermischt wird, entsteht zum einen Hitze, zum anderen kann das noch nicht voll gebundene Monomer in das Gewebe eindringen. Darüber hinaus hat auch gehärteter Knochenzement noch einen sogenannten Restmonomergehalt, von dem Einflüsse auf den Organismus denkbar sind. Die von Polymethylmetacrylat ausgehende Schädigung kann also thermischer und toxischer Art sein.

3.3.2.1. Thermische Schädigungen.

Bezüglich der Hitzeentwicklung durch abbindenden Knochenzement geben GOEBEL und OHNSORGE (1973) eine Aufstellung von klinischen und experimentellen Untersuchungsergebnissen mehrerer Autoren; demnach werden im Tierexperiment Temperaturen bis 100°C , bei intraoperativen Messungen Temperaturen zwischen 42°C und 48°C angegeben. SEIDEL und Mitarbeiter (1977) stellten bei in-vivo-Messungen

mit Thermoelementen eine Durchschnittstemperatur von $72,74^{\circ}\text{C}$ und Spitzentemperaturen bis 105°C fest. LEE und TURNER (1977) berichten von Temperaturen bis 83°C . Intraoperative Messungen von BIEHL und Mitarbeitern (1974) ergeben beim Einsetzen der Hüftendoprothese bei ungestörter Blutzirkulation Werte bis $46,6^{\circ}\text{C}$, beim Implantieren von Knie-Endoprothesen in Blutleere Werte bis 65°C . Allgemein werden als kritische Grenze der Hitzeentwicklung 56°C angenommen; dies entspricht der Eiweißkoagulationstemperatur. KRÖSEN (1970) stellte folgende Faktoren fest, die die Oberflächentemperatur von abhärtendem Palacos beeinflussen.

- a) Form des Prüfkörpers; (Kugelförmige Prüfkörper entwickeln mehr Hitze als flache Quader gleichen Volumens.)
- b) Masse des Prüfkörpers; (Je größer die Masse des Prüfkörpers ist, desto höhere Temperaturen werden erreicht.)
- c) Mischungsverhältnis von Monomer und Polymer; (Eine relative Zunahme monomerer Flüssigkeit erhöht die Oberflächentemperatur.)
- d) Umgebungstemperatur; (Je höher die Umgebungstemperatur ist, desto stärker ist die Polymerisationshitze und desto kürzer die Dauer der Reaktion.)
- e) Anrührzeit; (Je kürzer die Anrührzeit ist, desto höher ist die Spitzentemperatur.)

Dementsprechend werden in der Literatur verschiedene Empfehlungen gegeben, wie die Polymerisationshitze bei der intraoperativen Anwendung von Knochenzement in Grenzen gehalten werden soll. BIEHL und Mitarbeiter (1974) konnten durch Kühlung des Implantates eine Senkung der Temperaturen an der Zement-Knochen-Grenze erzielen. Ebenfalls für eine Vorkühlung der Kopfprothese spricht sich OHNSORGE (1970) aus, der bei Untersuchungen mit einer THOMPSON-Vitallium-Prothese feststellte, daß auf 1 Grad Vorkühlung etwa 26,5 cal Polymerisationswärme aufgenommen werden. SEIDEL und Mitarbeiter (1977) empfehlen hingegen die Kühlung des Knochenlagers

mit physiologischer Kochsalzlösung; sie erzielten hierdurch eine Temperatursenkung an der Zement-Knochen-Grenze unter den kritischen Punkt von 56°C . Allgemein wird geraten, die Menge des zu implantierenden Zementes auf das zur Fixation der Prothese nötige Mindestmaß zu begrenzen. LEE und TURNER (1977) berichten von laborexperimentellen Untersuchungen, bei denen durch Zugabe eines kristallinen, pulverförmigen Polymers, welches unter der Hitzeentwicklung des abbindenden Zements schmilzt und so Wärme aufnimmt, die Polymerisationswärme reduziert werden konnte. Materialtechnische Untersuchungen hinsichtlich etwaiger Veränderungen der mechanischen Eigenschaften des Zements und biologische Untersuchungen bezüglich toxischer Wirkungen stehen allerdings noch aus. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Polymerisation von Polymethylmetacrylat eine exotherme chemische Reaktion darstellt, welche bei der intraoperativen Anwendung von Knochenzementen eine Temperaturerhöhung an der Zement-Knochen-Grenze bewirkt. Über das Ausmaß der Wärmeentwicklung liegen Messungen mit sehr unterschiedlichen Ergebnissen vor. Teilweise wird die Vorkühlung von Implantat oder Knochenlager empfohlen; andere Autoren sprechen sich dagegen aus, da sie hierdurch eine Veränderung der Struktur des ausgehärteten Zementes befürchten. Allgemein anerkannt ist, daß die verwendete Zementmenge möglichst klein gehalten werden sollte, und daß vermehrte Zugabe von Monomerflüssigkeit unterbleiben sollte.

3.3.2.2. Toxische Schädigungen.

Die Toxizität von monomerer Methylmetacrylatsäure ist durch Versuche mit Gewebekulturen und durch tierexperimentelle Untersuchungen erwiesen. Die pharmakologische Wirkung besteht in einer Hemmung des Zellstoffwechsels (GOEBEL und OHNSORGE, 1973). Die Methylmetacrylatsäure-Intoxikation bei Versuchstieren äußert sich in Atem-

depression, Blutdruckabfall, motorischer Schwäche und Parenchym-schädigungen an Lunge, Leber und Niere. Beim Einbringen von abhärtendem Knochenzement gelangt Monomer in die Blutbahn, aber auch abgehärtetes Polymethylmetacrylat enthält noch 3 - 5 % Restmonomere, welche in den Organismus diffundieren können. WENZL und Mitarbeiter (1973) fanden bei tierexperimentellen Studien, daß eine längerfristige Anreicherung von Monomeren in bestimmten Organen nicht stattfindet; es wurde eine vollständige Ausscheidung innerhalb von 24 Stunden festgestellt. Klinische Untersuchungen zeigen, daß auch beim Menschen Blutdruckabfälle nach Implantation von Knochenzement beobachtet werden (SCHLAG, 1974). Hierauf wird bei der Darstellung von Komplikationen der Hüftgelenktotalendoprothetik näher eingegangen werden.

Neben der systemischen Wirkung der in den Organismus gelangenden Monomere wird auch eine Schädigung des periartikulären Gewebes vermutet. Nach Prothesenimplantation, welche in den meisten Fällen mit der Entfernung der Gelenkkapsel verbunden ist, bildet sich im Laufe der Zeit ein Kapselregenerat, welches zwar den regelrechten Aufbau einer Gelenkkapsel nachahmt, aber dessen Differenzierung und Strukturierung bei weitem nicht erreicht. SCHULITZ (1973) vermutet als Ursache für die fehlerhafte Gewebedifferenzierung die toxische Wirkung des Methylmetacrylats auf die Synoviozyten. In den Zellen des Kapselregenerates finden sich in großer Anhäufung Fettgranula, welche untergegangenen Zellstrukturen entsprechen; es wird vermutet, daß es sich dabei um die toxische Wirkung des lipidlösenden Monomer auf die lipoidhaltigen zellulären Membranstrukturen handelt. Schließlich wird auch noch eine zelltoxische Wirkung möglicher Verschleißpartikel des Knochenzements diskutiert (SWANSON, 1977), derart, daß infolge minimaler, für sich tolerierbarer, Bewegungen zwischen Zement und Umgebungsgewebe Abriebprodukte des Polymethylmetacrylats anfallen, die eine nekrotische Umbildung

des umgebenden Knochengewebes induzieren. Die Knochennekrotisierung bedeutet Verlust mechanischer Verankerungsstabilität, und dieser weitere Abnützung der Zementoberfläche - ein *circulus vitiosus* ist geschlossen.

3.4. Probleme bei der Implantatverankerung.

Das grundsätzliche Problem bei der Verankerung von Endoprothesen im oder am Knochen ist dadurch gegeben, daß eine Verbindung zwischen leblosem Material und lebendigem Gewebe angestrebt wird. Zum einen können die Materialeigenschaften der Werkstoffe, z.B. ihre Elastizität, nie vollkommen den Materialeigenschaften des Knochens angepaßt werden, allein schon deswegen nicht, weil die individuellen Unterschiede der Beschaffenheit des Knochengewebes viel zu stark variieren; zum anderen wird die biologische Reaktion des Knochengewebes die mechanischen Bedingungen, unter denen zunächst eine feste Verankerung erzielt wurde, im Laufe der Zeit verändern. Darüber hinaus soll der Implantat-Knochen-Verbund nicht nur statischer Belastung, sondern auch dynamischer Wechselbelastung standhalten. Würden in einem künstlichen Gelenk nur Druckbelastungen weiterzuleiten sein, wäre die Implantatverankerung relativ problemloser. Es müssen u.a. aber auch Scherkräfte aufgenommen werden, welche besonders im Falle des Hüftgelenks entweder zur Luxation führen oder an die Implantat-Knochen-Verbindung weitergeleitet werden.

3.4.1. Arten der Endoprothesenverankerung.

Folgende Verankerungsarten von Endoprothesen wären denkbar (SWANSON 1977).

- a) Verbindung zwischen Implantat und Knochen durch Verklebung;
- b) Verankerung infolge Oberflächenhaftung durch Einpassen der Prothesenteile unmittelbar in das Knochengewebe;
- c) Verankerung durch Verschraubung der Implantatteile im Knochen;
- d) Verankerung der Implantatteile am Knochen mit Nuten und Bolzen;
- e) Fixation der Implantatteile mit Knochenzement;
- f) Fixation der Implantatteile durch geeignete Oberflächen-gestaltung;
- g) Verbindung zwischen Implantat und Knochen auf chemischer Ebene.

Eine Verklebung zwischen Implantat und Knochen ist bislang nicht möglich. Es sind keine Klebstoffe oder Leime bekannt, die den mechanischen oder biologischen Anforderungen genügen würden.

Das Einpassen von Implantaten in den Knochen ist die Methode, mit der die ursprünglichen Kop fendoprothesen, wie die THOMPSON-Prothese, fixiert wurden. Eine absolute Gleichgeformtheit von Implantat-oberfläche und Knochenlager, wie sie wünschenswert wäre, ist technisch nicht erreichbar. Eine Verklemmung wie bei einem Nagel im Holz derart, daß das Implantat in den nicht vorpräparierten Knochen eingeschlagen würde, ist nicht möglich, da der Knochen bersten würde. Eine möglichst unbegrenzt haltbare Implantatverankerung allein durch unmittelbare Oberflächenhaftung wird kaum zu erzielen sein, da geringste Bewegungen zwischen Implantat und Lager zur Knochenresorption und damit zu zunehmender Lockerung führen würden. Prinzipiell gleiche Einwände sind gegen die Fixation mittels Verschraubung oder durch Bolzen und Nuten zu erheben. Die Verschraubung hat sich zwar bei Osteosyntheseverfahren bewährt, aber dabei

sind die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit der Verbindung sehr begrenzt, während eine Endoprothese möglichst bis zum Lebensende fest verankert bleiben soll.

Die Einzementierung von Endoprothesen unterscheidet sich prinzipiell nicht von der oben beschriebenen Verankerung durch Oberflächenhaftung. Durch die Zementanwendung kann allerdings das Ziel der Gleichgeformtheit von Implantatoberfläche und Implantatlager praktisch erreicht werden, derart, daß der Zwischenraum zwischen Prothese und Knochen absolut formschlüssig ausgefüllt wird. Dies wiederum hat zur Folge, daß alle auf das Gelenk einwirkenden Kräfte über eine möglichst große Oberfläche gleichmäßig an den Knochen weitergegeben werden können. Durch Verhinderung übermäßiger, lokalisierter Belastungen des Prothesen-Knochen-Verbundes werden Relativbewegungen weitgehend vermieden. Im Grunde wird die unphysiologische Beanspruchung des Knochens durch Oberflächenvergrößerung und Formschlüssigkeit des Implantats so verteilt, daß sie möglichst an keiner Stelle das Maß übersteigt, welches der Knochen tolerieren kann, ohne durch eine Reaktion die Lockerung des Implantats einzuleiten. HUGGLER und SCHREIBER (1978) unterscheiden drei Phasen der Einheilung in den Knochen zementierter Implantate. In den ersten drei Wochen nach Implantation, der sogenannten Initialphase, findet sich an der Zement-Knochen-Grenze eine bis zu 3 mm dicke Nekroseschicht, die durch die mechanische Aufbereitung des Knochenlagers und durch thermische und toxische Wirkung des auspolymerisierenden Polymethylmetacrylats entsteht. In der Reparationsphase, die bis zum Ende des zweiten postoperativen Jahres dauern kann, wird nekrotischer Knochen abgebaut und durch neues Knochengewebe ersetzt, nekrotisches Mark wird über eine fibröse Zwischenstufe wieder zu funktionstüchtigem Knochen- und Fettmark umgebildet. Zwischen Knochen und Zementoberfläche entsteht eine Bindegewebsmembran. Die Stabilisationsphase ist frühestens ein Jahr post operationem nach Abschluß der Umbauvorgänge erreicht und ist

gekennzeichnet durch das Persistieren von Fremdkörperriesenzellen und der Bindegewebsschicht zwischen Knochen und Zement. Diese bindegewebige Umhüllung der Implantate ist einerseits von Nachteil, da sie besonders dann, wenn sie relativ dick ist, keine ausreichende mechanische Festigkeit der Verankerung bietet und so über anfängliche Mikrobewegungen des Implantats den Lockerungsmechanismus wie oben beschrieben einleiten kann, andererseits ist sie aber bis zu einer gewissen Schichtdicke notwendig, um die Elastizitätsunterschiede zwischen Knochen und Zement auszugleichen (SWANSON, 1977). Zweifellos gibt es bis heute keine klinisch erwiesene bessere Methode der Implantatverankerung, wie die Überzahl der Fälle zeigt, in denen über Jahre eine stabile Fixation erreicht wurde. Dennoch ist dieses System des Prothesen-Knochen-Verbundes relativ stör anfällig, wie später noch im einzelnen dargelegt werden wird. Unbeantwortet ist auch noch die Frage möglicher Spätwirkungen des Knochenzementes, besonders hinsichtlich der Sarkominduzierung, obwohl es bislang keine klinischen Hinweise hierfür gibt (HUGGLER und SCHREIBER, 1978). Um die Stabilität der Verankerung zu erhöhen, wird vielfach die Knochenoberfläche, besonders des Acetabulums, derart gestaltet, daß der Zement in vorgeformte Löcher und Rinnen eindringen kann; durch Vergrößerung der haftenden Oberflächen und durch grobe Verzahnung zwischen Knochen und Zement kann so eine stabilere Verankerung erzielt werden, wie KRATZERT (1973) experimentell belegen konnte. Wesentlich für eine gute Zement-Knochen-Haftung ist auch eine möglichst blutrockene Knochenoberfläche. Lufteinschlüsse im Zement müssen unbedingt vermieden werden, einmal weil dadurch grobmechanische Schwachstellen geschaffen werden, zum anderen, weil der Luftsauerstoff eine regelrechte und vollständige Auspolymerisation des Zements verhindert und dessen Struktur hinsichtlich der mechanischen Belastbarkeit in diesen Bereichen minderwertig bleibt.

Versuche, durch geeignete Oberflächengestaltung von Endoprothesen deren Fixation im Knochen ohne Zement sicherzustellen, sind relativ alt. Diesem Prinzip folgt schon die MOORE-Kopfendoprothese, deren Schaftteil gefenstert ist, um dem Knochengewebe die Möglichkeit zu geben, in diese Öffnungen einzuwachsen und so eine feste Verankerung zu bewirken. Bei der Tragrippen-Endoprothese nach MITTELMEIER (1975) wird durch senkrecht zur Längsachse des Prothesenschaftes und der Pfanne verlaufende Aussparungen eine wesentliche Oberflächenvergrößerung der Implantate und dadurch bessere Druckverteilung auf das Knochenlager sowie eine Verzahnung zwischen Gewebe und Endoprothese als Widerhalt gegen Druck-, Zug- und Scherkräfte erreicht. Auf der Feststellung, daß Knochen in Oberflächenunregelmäßigkeiten zwischen 200 micron und 1 mm in Tiefe und Breite einwächst, basiert die Konstruktion einer Totalendoprothese aus sogenanntem Porometall von Robert JUDET (1975). Nach SWANSON (1977) wirft das Prinzip der Implantatverankerung durch geeignete Oberflächengestaltung vier noch nicht völlig beantwortete Fragen auf.

- a) Wie wird die Verankerung des unter Belastung stehenden Implantats in den ersten postoperativen Monaten sichergestellt, solange, bis durch Einwachsen von Knochengewebe die endgültige Fixation erreicht ist?
- b) Wird das unter fehlender oder nur geringer zyklischer Belastung in die Oberflächenstrukturen des Implantats eingewachsene Knochengewebe auch nach jahrelanger zyklischer Belastung bestehen bleiben oder wird es dann durch Bindegewebe ersetzt?
- c) Wie wird das Ermüdungs- und Korrosionsverhalten des Materials durch das Vorhandensein von Ecken, Kanten, Höhlungen und Poren auf Dauer beeinflusst?
- d) Wie können derartige Implantate ggf. ausgewechselt werden?

Sicherlich werden noch langjährige klinische Beobachtungen abgewartet werden müssen, ehe entschieden werden kann, ob eine zementfreie Prothesenverankerung in der geschilderten Weise Vorteile gegenüber der Prothesenimplantation mit Zement bringen.

Auf die Knochen-Implantat-Verbindung auf biochemischer Ebene durch sogenanntes Bioglas wurde oben bereits eingegangen. Die experimentellen Untersuchungen sind noch nicht bis zur klinischen Anwendbarkeit gediehen. Möglicherweise würde aber eine chemische Verbindung zwischen Knochengewebe und Implantatoberfläche dem Ideal einer dauerhaften, belastbaren Endoprothesenverankerung näherkommen als die bisherigen mechanischen Arten der Fixation.

4. Klinik der Hüftalloarthroplastik.

4.1. Die Indikationen zur Hüfttotalendoprothese und ihre Einschränkungen.

4.1.1. Indikationen.

Die allgemeine Indikation zur Hüfttotalendoprothese ist nach HOHMANN (1973) gegeben, wenn eine schmerzhafte Insuffizienz des Hüftgelenkes besteht, welche mit konservativen Maßnahmen oder anderen operativen Eingriffen auf Dauer nicht zu bessern ist. An der Spitze der Operationsindikationen für den alloarthroplastischen Ersatz der Hüfte stehen zahlenmäßig die Verschleißerkrankungen. Hierbei kann es sich um die primäre Coxarthrose - d.h. Verschleiß aufgrund eines idiopathisch minderwertigen Gelenkknorpels (IDELBERGER, 1970) -, um posttraumatische Veränderungen oder um Arthrosen infolge angeborener Fehlbildungen des Hüftgelenks handeln. Generalisierte Gelenkerkrankungen wie die Spondylarthritis ancylopoetica und die primär chronische Polyarthritis können bei Mitbeteiligung der Hüftgelenke Indikationen zum künstlichen Gelenkersatz darstellen. BUCHHOLZ (1969b) berichtet über 12 Patienten mit Spondylarthritis ancylopoetica, die er mit der Hüfttotalendoprothese des Modells St. Georg versorgte. Diese Indikation nahm unter 800 alloarthroplastischen Hüftoperationen 1,5 % der Fälle ein. BUCHHOLZ weist insbesondere darauf hin, daß endoprothetischer Hüftgelenkersatz bei diesen Indikationen sinnvoll nur mit der Totalendoprothese erfolgen kann, da Kopfprothesen und sogenannte "hip-cups" in kurzer Zeit zur Zerstörung der natürlichen Pfanne und erneuter Hüftsteife führen. Die Resektionsangulation nach MILCH sei wegen mangelnder Belastbarkeit des betroffenen Beines wenig erfolgversprechend; Umstellungsosteotomien seien nicht angezeigt, da im Gegensatz zur Coxarthrose bei Spondylarthritis ancylopoetica eine gleichmäßige, den gesamten Hüftkopf erfassende Knorpelzerstörung

stattfinde und belastbare Knorpelbezirke für eine Umstellung nicht mehr zur Verfügung stünden. WILLIAMS und Mitarbeiter (1977) berichten über 86 totalendoprothetische Eingriffe am Hüftgelenk bei gleicher Indikation und sprechen sich nach einem Vergleich mit anderen Operationsmethoden eindeutig für die Totalendoprothese aus.

Auf dem Gebiet der Traumatologie sieht SCHWEIKERT (1973) folgende Verletzungen bzw. Verletzungsfolgezustände als Indikation zur Hüfttotalendoprothese an:

- a) die zentrale Hüftluxation beim alten Menschen;
- b) Hüftluxation mit Absprengungen im Pfannendach oder Kopfbereich;
- c) die frische mediale Schenkelhalsfraktur vom Typ PAUWELS II/III ab dem 60. - 65. Lebensjahr;
- d) schwere Hüftgelenkszertrümmerungen;
- e) pathologische Frakturen;
- f) posttraumatische Zustände wie Kopfnekrose, Pseudarthrose und Coxarthrose.

MÜLLER (1974) hebt hervor, daß die operative Therapie der Schenkelhalsfraktur beim alten Menschen oft auf vitaler Indikation beruht. Die besondere Bedeutung der totalendoprothetischen Versorgung der Schenkelhalsfrakturen liegt nach MÜLLER darin, daß Voraussetzung für die Anwendung von Osteosyntheseverfahren Intaktheit der Versorgung des Femurkopfes ist, zu deren sicherer Feststellung aber geeignete Methoden fehlen; die endoprothetische Versorgung ist an diese Voraussetzung nicht gebunden und erlaubt zudem eine frühere Vollbelastung der operierten Hüfte und damit Befreiung des alten Patienten aus der gefährlichen Immobilisation. BRAUNSDORF und CHARISSIS (1976) weisen auf die hohe Komplikationsrate der konservativen Therapie der Schenkelhalsfrakturen hin und nennen besonders die Pseudarthrose, die Hüftkopfnekrose und die posttraumatische Coxarthrose. Die Indikation für die Hemialloarthroplastik

der Hüfte sehen sie beim alten Menschen und bei intaktem Pfannknorpel als gegeben bei der frischen medialen Schenkelhalsfraktur vom Typ PAUWELS III, bei der stark dislozierten Schenkelhalsfraktur und bei Schenkelhalsfrakturen bei dekrepiden Patienten. Wie andere Autoren stellen auch BRAUNSDORF und CHARISSIS einen Wandel bei der Indikationsstellung von der Hemialloarthroplastik weg hin zur Totalendoprothese fest. Wie MÜLLER weist auch BUCHHOLZ (1970a) auf die Schwierigkeiten hin, die sich hinsichtlich der Versorgungssituation des Kopfes nach Schenkelhalsfraktur ergeben. Nach 738 unterschiedlichen operativen Eingriffen am Hüftgelenk wegen Schenkelhalsfraktur oder wegen Folgen einer Schenkelhalsfraktur wurden bei einer Nachuntersuchung von 76 % der Fälle ein mangelhaftes Ergebnis in 23 % bei innerer Fixierung, in 5,4 % bei Hemialloarthroplastik, in keinem Fall nach totalendoprothetischer Versorgung und zu 2,9 % nach Totalendoprothese wegen Schenkelhalspseudarthrose, Kopfnekrose oder Sekundärarthrose gefunden. Kopfnekrosen und Sekundärarthrosen fanden sich bei 44 von 289 Fällen nach innerer Fixierung der Schenkelhalsfraktur. Nach 195 hemialloarthroplastischen Versorgungen fanden sich 7 Fälle von Pfannenzerstörung. Aus der relativ hohen Komplikationsrate bezüglich des Enderfolges bei Osteosyntheseverfahren zieht BUCHHOLZ den Schluß, daß frische mediale Schenkelhalsfrakturen endoprothetisch versorgt werden sollten, wenn sie nach ihrer Frakturform, wegen erheblicher Dislokation der Fragmente oder wegen erheblicher Begleitosteoporose gefährdet erscheinen. Dabei soll die einfache Kopfendoprothese nur bei bestimmten Risikofällen eingesetzt werden oder dann, wenn aufgrund des Zustandes oder der Lebenserwartung des Patienten nur eine geringe Belastung des versorgten Gelenkes zu erwarten ist. HARTMANN und HÖFFKEN (1972) vertreten im wesentlichen eine ähnliche Auffassung; sie befürworten die Kopfendoprothese nach Schenkelhalsfraktur in solchen Fällen, bei denen von einer maximalen Lebenserwartung von 3 - 5 Jahren ausgegangen werden kann. Das Risiko des Eingriffs sehen sie dem der Osteosyntheseverfahren gleich, be-

zeichnen aber wie MÜLLER die schnelle Vollbelastbarkeit der versorgten Hüfte als Vorteil. COVENTRY (1974) berichtet über 4 Patienten mit einer frischen und drei alten Hüftluxationsfrakturen, die mit gutem Erfolg totalendoprothetisch versorgt wurden, darunter eine Patientin im Alter von 26 Jahren.

Tumoren und tumorartige Veränderungen stellen eine weitere Indikationsgruppe für die Alloarthroplastik der Hüfte dar. Zum einen können Primärtumoren, wie das langsam wachsende und spät metastasierende periostale Sarkom oder das potentiell maligne Beckenchondrom Anlaß für eine en-bloc-Resektion und anschließende Rekonstruktion sein; zum anderen kommen metastatische Knochenveränderungen in Betracht, wenn der Primärtumor und die Gesamtmetastasierung durch chemotherapeutische oder andere Maßnahmen im Sinne einer Verlängerung der Lebenserwartung beeinflußt werden können (GANZ und RÜTER, 1973). REFIOR und STÜRZ (1976) wollen neben der Dignität des Tumors folgende Kriterien für die Indikation zur Endoprotheseoperation berücksichtigt wissen.

- a) Der Tumor sollte auf den Knochen beschränkt sein.
- b) Ausreichende muskuläre Stabilisierung sollte gegeben sein.
- c) Bei jüngeren Patienten sollte nach Möglichkeit auf primären Ersatz des Acetabulums verzichtet werden und ein Prothesenmodell gewählt werden, welches den späteren Pfannenersatz ermöglicht.
- d) Bei malignen Tumoren kann ein begrenzter Weichteilbefall akzeptiert werden, wenn Exartikulation oder andere Maßnahmen die Prognose nicht mehr beeinflussen können.

Sie weisen darauf hin, daß bei malignen und metastasierenden Tumoren der Gelenkersatz nur eine palliative Maßnahme sein kann, während bei semimalignen und gutartigen Tumoren mit Zerstörung des Gelenks ein kuratives Ergebnis möglich ist. GANZ und RÜTER (1973)

berichten über 5 Patienten, denen wegen verschiedener tumoröser Veränderungen im Bereich der Hüfte Endoprothesen eingesetzt wurden. Der jüngste dieser Patienten war 18 Jahre alt und wurde wegen eines EWING-Sarkoms der Femurdiaphyse mit einem alloarthroplastischen Ersatz des Femur und des Hüftgelenkes versorgt. Er war mit diesem Ersatz beschwerdefrei und konnte zeitweise ohne Stock gehen, bis er 18 Monate post operationem an multipler Metastasierung verstarb. Wie dieses Beispiel zeigt, ist gerade in Fällen von Knochentumoren die Verwendung besonders geformter, größere Defekte überbrückender Implantate erforderlich.

ZWEYMÜLLER und Mitarbeiter (1976) setzten bei 25 Tumorkranken Endoprothesen aus Biokeramik ein, davon in 12 Fällen Hüftendoprothesen.

Als letzte Indikationsgruppe zur Hüfttotalendoprothese seien solche Fälle aufgezeigt, bei denen der alloarthroplastische Ersatz einen Zweiteingriff darstellt. Zahlenmäßig dürften orthopädische Voroperationen wie die VOSS'sche Hängehüfte oder Umstellungsosteotomien bzw. Osteosyntheseverfahren wie Nagelung und Verplattung nach Schenkelhalsfrakturen im Vordergrund stehen. Hierbei werden zusätzliche technische Schwierigkeiten mehr oder minderen Ausmaßes beim Hüftgelenkersatz auftreten, sei es, daß Weichteilveränderungen infolge Narbenbildung zu plastischen Eingriffen vor dem eigentlichen Gelenkersatz Anlaß geben, sei es, daß knöcherne Veränderungen am Femur das Einbringen der Prothese erschweren. Besonders eingegangen sei hier auf zwei Indikationen zur Hüftendoprothese als Zweiteingriff, nämlich den Zustand nach Arthrodeese des Hüftgelenkes und den Endoprothesenaustausch. Nach RÜTER und GANZ (1973) kann die Remobilisierung einer versteiften Hüfte durch ein künstliches Gelenk angezeigt sein, wenn zunehmende Steifigkeit der Lendenwirbelsäule oder des gleichseitigen Kniegelenkes oder aber Ausbildung einer Pseudarthrose nach Arthrodeeseversuch vorliegen. Berichtet

wird über 11 Patienten, bei denen im Alter zwischen 19 und 62 Jahren eine Arthrodese des Hüftgelenkes aus verschiedenen Indikationen erfolgt war. Achtmal waren Pseudarthrosen mit oder ohne zusätzliche Beeinträchtigung der Lendenwirbelsäule oder der benachbarten Gelenke Anlaß zur Endoprothese, dreimal zwangen Beschwerden in der LWS und im gleichseitigen Knie- oder gegenseitigen Hüftgelenk zur Remobilisierung der versteiften Hüfte. Die Intervalle zwischen Arthrodese und alloarthroplastischem Ersatz lagen zwischen 2 und 22 Jahren. In 4 Fällen war später ein Prothesenwechsel erforderlich, zweimal wegen Pfannen- bzw. Schaftlockerung, einmal wegen Luxation und einmal wegen Teflonabriebs. Alle Patienten, auch die, die sich einer Austauschoperation unterziehen mußten, waren bei der Nachuntersuchung beschwerdefrei. HARDINGE und Mitarbeiter (1977) führten in 54 Fällen eine Remobilisation des ankylosierten Hüftgelenkes mittels Totalendoprothese durch. Dabei war die Versteifung in 14 Fällen allerdings spontan nach entsprechenden Vorerkrankungen wie tuberkulöser oder eitriger Coxitis, Trauma oder Osteoarthritis eingetreten. Die chirurgischen Arthrodeseen waren aus den gleichen Gründen und zusätzlich in 2 Fällen wegen angeborener Hüftluxation erfolgt. Als Indikation für den künstlichen Gelenkersatz werden Schmerzen, insbesondere bei unvollständiger Ankylose, Funktionseinschränkung im versteiften Hüftgelenk und Überbeanspruchten benachbarter Gelenke angesehen. Es wird besonders darauf hingewiesen, daß bei vorausgegangener Coxitis eine bakteriologische Abklärung erfolgen muß, und daß ein Gelenkersatz nur bei sterilen Kulturen vorgenommen werden darf.

Da der künstliche Hüftgelenkersatz inzwischen zu einer vielgeübten Standardoperation geworden ist, nimmt die Zahl der notwendigen Reoperationen bei entsprechenden Komplikationen zu. Anlaß zum Prothesenwechsel können Luxation, Bruch oder Lockerung der Prothese sein. Die tiefe Infektion stellt mit Einschränkungen eine Indikation zum Austausch dar. Verschleiß der Kunststoffpfanne

war vor allem bei den früher eingesetzten, aber auf Dauer nicht halbbaren Materialien, wie z.B. Teflon, Grund für einen Zweiteingriff und wird bei den heute benutzten Werkstoffen kaum beobachtet. SUEZAWA und DIETSCHI (1977) berichten über 177 Reoperationen nach Hüftprothesen. Dabei handelte es sich 91 mal um Prothesenaustausch, 67 mal um Entfernung der Prothese wegen nachgewiesener Infektion und 16 mal um andere Reoperationen wie Osteosynthesen nach Streßfrakturen. Die Indikation zum Prothesenaustausch sehen die Autoren als gegeben, wenn prae- und intraoperativ eine Infektion klinisch und bakteriologisch ausgeschlossen wurde, d.h. also ausschließlich bei der mechanischen Lockerung bzw. bei Prothesenbruch. Die Ergebnisse werden beim Prothesenwechsel in 46 % der Fälle, bei der Prothesenentfernung aber nur in 16 % der Fälle als gut bezeichnet.

BUCHHOLZ (1973b) sieht dagegen in der tiefen Infektion der Hüftendoprothese keine Indikation zum alleinigen Entfernen der Prothese. Er gibt bei 4662 eingesetzten Totalendoprothesen eine Infektionsrate von 2,2 %, das entspricht 102 Fällen, an. Von diesen konnten 76 Fälle unter Verwendung von Gentamycin-Palacos mit teilweiser erhöhter Gentamycindosis einer erfolgreichen Austauschoperation zugeführt werden, während in 26 Fällen, das entspricht 0,6 % des Gesamtkollektivs, eine Einheilung der ausgewechselten Prothese nicht erzielt wurde. KRÄMER (1977) gibt als Indikation zum Prothesenaustausch vor allem den Prothesenbruch und die Lockerung an. Er empfiehlt die Rotations-Totalendoprothese zum Austausch, da durch unterschiedliche Kopflängen eine gute Anpassung an die gegebenen anatomischen Verhältnisse erfolgen kann. Zurückhaltender als andere Autoren äußert sich WITT (1977) zum Problem des Prothesenaustausches. Er fordert strengste Indikationsstellung und warnt vor erneutem Protheseneinsatz insbesondere, wenn es durch Fremdkörperreaktion zu schwerwiegenden Störungen am Knochen oder Weichteillager gekommen ist. Er hält einen erfolgreich erzielten Resektionszustand trotz der damit verbundenen Einschränkungen in manchen Fällen für vorteilhafter als die relative Ungewißheit bezüglich des Dauererfolges nach Prothesenaustausch.

Im folgenden werden vier Publikationen, die über ein größeres Patientengut berichten, bezüglich der Indikationsverteilung vorgestellt.

FITZGERALD und Mitarbeiter (1977) führen bei 3215 Hüfttotalendoprothesen folgende Indikationen an.

Degenerative Gelenkerkrankungen:	65,4 %
Frakturen:	13,6 %
rheumatoide Arthritis:	6,8 %
Hüftdysplasie:	5,0 %
Kopfnekrose:	3,4 %
Spondylitis ancylopoetica:	1,5 %
Zustand nach Epiphysiolyse:	1,4 %
posttraumatische Arthrosen:	0,8 %
sonstige:	2,1 %

ENNEKER und Mitarbeiter (1976) fanden bei einem Patientenkollektiv von 931 Fällen folgende Indikationen.

Coxarthrosen:	75,6 %
Schenkelhalsfrakturen und Folgezustände:	20,7 %
Totalendoprothesenwechsel:	3,7 %

COTTA und Mitarbeiter (1973) stellten bei 588 Patienten folgende Indikationsverteilung fest.

Coxarthrosen:	76,6 %
idiopathische Hüftkopfnekrosen:	4,3 %
schwere Protrusio acetabuli:	3,6 %
Schenkelhalsfrakturen:	7,0 %
posttraumatische Hüftkopfnekrosen:	3,7 %
Schenkelhalspseudarthrosen:	3,1 %
Hüftluxationen:	1,0 %
Hüftankylosen:	0,3 %
Ankylose bei Morbus BECHTEREW:	0,2 %
Femurdiaphysenfraktur mit Coxarthrose:	0,2 %

HARTMANN und HÖFFKEN (1972) berichten bei 200 Patienten über folgende Indikationsverteilung.

primäre Arthrosis deformans:	55,0 %
frische Schenkelhalsfrakturen:	30,0 %
sekundäre Arthrosis deformans:	9,0 %
Pseudarthrosen und Kopfnekrosen:	6,0 %

Es ist ersichtlich, daß die primäre Coxarthrose mit durchschnittlich 68,2 % der gestellten Indikationen an der Spitze steht, gefolgt von der Schenkelhalsfraktur mit 17,8 % der Fälle.

4.1.2. Einschränkung der Indikation.

Wenn sich auch in den vergangenen zwei Jahrzehnten die Indikation zur endoprothetischen Versorgung des Hüftgelenkes erweitert hat, so bleiben doch Einschränkungen mehr oder minder großen Gewichtes bestehen. Besonders kritischer Indikationsstellung bedarf der Einsatz von Endoprothesen bei Patienten unter dem 60., nach manchen Autoren unter dem 65. Lebensjahr. HOHMANN (1973) befürwortet eine untere Altersgrenze von 65 bis 70 Jahren, einmal wegen der ungewissen Langzeitergebnisse bezüglich der Implantatverankerung, zum anderen, weil bei der allgemein eingeschränkten Aktivität des alten Menschen eine Überbeanspruchung von Implantat und Verankerung weniger zu befürchten ist. Ein Abweichen von der Altersbegrenzung sei gerechtfertigt nur, wenn durch andere Erkrankungen die Lebenserwartung wesentlich eingeschränkt sei, oder wenn durch Funktionseinschränkung der benachbarten Gelenke, wie z.B. bei der primär chronischen Polyarthrit, beim Befall der Hüftgelenke durch die Spondylitis ancylopoetica oder bei sekundärer Kniegelenksbeteiligung bei Luxationsarthrosen, nur durch eine Alloarthroplastik ausreichende Beweglichkeit und Gehfähigkeit erhalten bleiben können. BUCHHOLZ (1973a) weist darauf hin, daß das wachsende Skelett eine absolute Gegenindikation zur Endoprothesenimplantation darstellt. Relative Kontraindikationen können sich nach BÄTZNER und Mitarbeitern (1972) ergeben, wenn besondere anatomische Gegebenheiten die Durchführbarkeit einer alloarthroplastischen Versorgung in technischer Hinsicht fraglich erscheinen lassen. So können Folgezustände nach totaler Hüftluxation den Einsatz einer Endoprothese dadurch unmöglich machen, daß sich das proximale Femurende nicht mehr in eine physiologische Position zurückverlagern läßt. Auch kann der knöcherne Verschluß der Markhöhle nach vorausgegangener Osteotomie das Einbringen des Kopfteiles der Endoprothese erschweren oder gar unmöglich machen. Selbstverständlich können auch

Kontraindikationen allgemeiner Art, wie sie jedem größeren chirurgischen Eingriff entgegenstehen, den Einsatz von Totalendoprothesen verbieten. Manche Autoren führen eine ausgeprägte Adipositas ebenfalls als Gegenanzeige zur Hüftalloarthroplastik an, einmal wegen des erhöhten Operationsrisikos, zum anderen wegen der zu hohen Belastung der Prothese durch das Körpergewicht und der damit verbundenen Gefahr des Prothesenbruchs und der Lockerung. Allerdings muß bei vorausgegangenen Abmagerungskuren darauf geachtet werden, daß der Patient sich nicht in einem Eiweißmangelzustand befindet, da hierdurch das Infektionsrisiko sicher steigt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Indikation zur Hüfttotalendoprothese bei arthrotischen, traumatischen und posttraumatischen Hüftgelenksveränderungen beim älteren Menschen allgemein anerkannt ist. Beim jüngeren Patienten soll eine strengere Indikationsstellung erfolgen, vor allem sollen therapeutische Alternativen berücksichtigt werden; nur bei Erkrankungen auch der benachbarten Gelenke oder der Wirbelsäule oder bei generalisierten Gelenkerkrankungen wird auch beim jungen Patienten die Hüfttotalendoprothese empfohlen. Absolut kontraindiziert ist der Einsatz von Totalendoprothesen am wachsenden Skelett. Hinsichtlich der Indikation zum Prothesenwechsel sind die Meinungen geteilt; insbesondere dann, wenn es nach der Erstimplantation zu einer tiefen Infektion gekommen ist.

4.2. Komplikationen der Hüftalloarthroplastik.

Die Komplikationen, welche bei der Alloarthroplastik der Hüfte beobachtet werden, kann man in intraoperativ auftretende, unmittelbar oder früh post operationem auftretende und Spätkomplikationen einteilen. Bei den intra- und frühen postoperativen Komplikationen wird man solche allgemeiner Art, wie sie bei jedem operativen Eingriff dieser Größenordnung auftreten können, und spezielle, von der besonderen Art des Eingriffs ausgehende, Komplikationen unterscheiden.

4.2.1. Intraoperative Komplikationen.

4.2.1.1. Chirurgische Komplikationen.

Auf die allgemeinen Komplikationen, wie sie bei jedem ausgedehnten Eingriff auf dem Gebiet der Extremitätenchirurgie eintreten können, sei es auf chirurgischem oder auf anaesthesiologischem Gebiet, soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. BOITZY (1973) unterscheidet bei den intraoperativen, chirurgischen Komplikationen die Blutung, die Nervenläsion, die Knochenverletzung und die Distorsion des Kniegelenkes. Massive peroperative Blutungen können durch Verletzung des Ramus profundus der Arteria circumflexa femoris posterior entstehen. Bei den Nervenverletzungen steht die Kompression des Nervus femoralis durch die abgerutschte Spitze eines MOHMANN-Hebels im Vordergrund. Möglich sind aber auch thermische Nervenschädigungen durch abbindenden Knochenzement, besonders wenn dieser durch perforierende Verankerungslöcher ins kleine Becken gelangen kann, oder auch durch Hitzeentwicklung bei der Elektrokoagulation. Nicht zu vergessen ist auch die Gefahr der Quetschung des Nervus peroneus bei Druck auf das Fibulaköpfchen infolge fehlerhafter Lagerung; das gilt insbesondere für die unmittelbare postoperative Phase. Bei den intraoperativ möglichen Knochenverletzungen

kann es sich um die Fraktur des Trochanter major handeln, sofern dieser nicht ohnehin osteotomiert wurde; möglich ist die Perforation des Pfannenbodens durch die Pfannenfräse. BOITZY (1973) empfiehlt in einem solchen Falle, den Defekt mit einem engmaschigen Metallgitter zu decken. Die Perforation des Femurschaftes kann besonders dann auftreten, wenn der Trochanter major nicht osteotomiert wurde und die Orientierung bezüglich der Femurlängsachse beim Aufbohren der Markhöhle erschwert ist. Frakturen des Femurschaftes können bei osteoporotischem Knochen durch zu heftige und nicht ausreichend koordinierte Manipulationen bei der Reposition des Kopfes und beim Luxationstest eintreten. Eine Distorsion des Kniegelenkes der operierten Seite kann besonders bei gonarthrotischer Vorschädigung durch Luxations- und Repositionsmanöver verursacht werden. Postoperativ auftretende Schmerzen im Kniegelenk werden relativ häufig geklagt, bilden sich in der Regel aber in kurzer Zeit wieder zurück.

4.2.1.2. Anaesthesiologische Komplikationen.

Auf anaesthesiologischem Gebiet ist insbesondere auf die Gefahr der Kreislaufdepression beim Einbringen des Knochenzementes hinzuweisen. SCHLAG (1974) macht zwei pathophysiologische Mechanismen für dieses Ereignis verantwortlich. Zum einen kann es als Folge des Einzementierungsvorganges zu einem Fettemboliesyndrom kommen, zum anderen werden chemisch-toxische Nebenwirkungen des abbindenden Polymethylmetacrylats als Ursache für eine akute Blutdruckhypotension abgesehen. Schon WEHNER und Mitarbeiter (1966) wiesen bei der Markraumbohrung und -nagelung intramedullare Druckanstiege nach. OHNSORGE (1971) konnte erhebliche Drucksteigerungen beim Einpressen von Knochenzement und beim Einbringen des Prothesenschaftteils in den Femur belegen. Intramedullare Drucksteigerung und die mechanische Eröffnung des venösen Niederdrucksystems durch das Aufbohren der

Femurdiaphyse führen zur Einschwemmung von Mark und Fett in die Blutbahn. Als Folge wird eine mechanische Blockade der Mikrozirkulation der Lunge beobachtet. Durch gleichzeitigen Übertritt thromboplastischer Substanzen in das zentralvenöse Blut kommt es darüber hinaus zur Thrombozytenaggregation und zur Entstehung von Fibringerinnsel, welche zusammen mit der Mark- und Fetteinschwemmung zu einem akuten mikrozirkulatorischen Syndrom der Lunge führen können. Durch Erhöhung der pulmonalen, vaskulären Resistenz aber entsteht ein Druckanstieg in der Arteria pulmonalis, die eine rechtsventrikuläre Ausflußblockade und in der Folge eine linksventrikuläre Hypovolämie bewirkt. Ein diastolischer Füllungsdefekt des linksventrikulären Systems bedeutet Abfall des Schlag- und Herzzeitvolumens und wird als Blutdruckabfall registriert. Die kreislaufftoxische Wirkung von Polymethylmetacrylat-Monomer beschrieben KUTZNER und Mitarbeiter (1974) aufgrund tierexperimenteller Studien. Es wird eine vagotrope Wirkung des Monomers vermutet; die prophylaktische Anwendung von Atropin soll dementsprechend einem Blutdruckabfall entgegenwirken. Entsprechende pharmakologische Wirkungen beim Menschen nach Implantation von abbindendem Knochenzement sind denkbar. Klinische Erfahrungen, über die GÜRTNER und Mitarbeiter (1973) berichten, korrelieren mit den geschilderten pathophysiologischen Vorstellungen. Sie stellten einen engen zeitlichen Zusammenhang zwischen Zementimplantation und Blutdruckabfall fest und fanden synchron zum arteriellen Druckabfall eine Erhöhung des zentralen Venendrucks. In Fällen besonders deutlichen Blutdruckabfalls wurden im fortlaufend registrierten Elektrokardiogramm Zeichen der Rechtsüberlastung gefunden. Bei 1390 Operationen mit Knochenzementimplantation wurden drei Herzstillstände beobachtet. In allen drei Fällen korrelierte das Ereignis zeitlich mit dem Einbringen des Methylmetacrylats; erläuternd wird berichtet, daß in zwei Fällen die gesamte Palacosmenge für Pfanne und Schaft entgegen sonstiger Gepflogenheit nahezu gleichzeitig eingebracht wurde,

während im dritten Fall die Absaugung mittels Redonschlauch beim Füllen der Femurmarkhöhle unterlassen worden war. CLAUBERG und ZIESSOW (1973) beobachteten zwar ebenfalls Blutdruckabfälle bei der Zementimplantation, stellten aber keine bedrohlichen Zustände fest. Neben der mikrozirkulatorischen Blockade in der Lunge durch Fett- und Markeinschwemmung und der möglichen toxischen Wirkung des Restmonomers diskutieren sie eine reflektorische Kreislaufwirkung, vermittelt durch Rezeptoren im Markkanal, die auf Druck- und Temperaturanstieg reagieren, und eine denkbare Idiosynkrasie gegen den Acrylzement. FEARN und Mitarbeiter (1972) fanden eine Abhängigkeit des Blutdruckabfalls nach Zementimplantation von der Ausgangslage des Blutdrucks und von der Konzentration von Halothan in den Narkosegasen. Unter Neuroleptanalgesie beobachteten sie keine Blutdruckhypotension.

Zur Vermeidung bedrohlicher Kreislaufreaktionen empfiehlt SCHLAG (1974) für die chirurgische Seite, den Knochenzement erst in gut knetbarem Zustand einzubringen, damit die Restmonomerabgabe möglichst gering bleibt, beim Einfüllen des Zements und bei der Implantation der Prothese möglichst geringen Druck anzuwenden und einen Druckausgleich durch Drainage und Sog beim Füllen des Femurmarkraumes zu schaffen. Auf anaesthesiologischem Gebiet sollen Applikation von Aprotinin (Trasylol) 30 Minuten vor Aufbohren des Acetabulums, prophylaktische Gabe von Atropin vor Implantation des Knochenzements, ausgeglichene Volumensubstitution und Vermeidung hypotensiver Anästhetika Komplikationen der beschriebenen Art verhindern helfen. CLAUBERG und ZIESSOW (1973) empfehlen die Benutzung einer Zementpresse, mit der der Markraum ohne Druckanwendung kontinuierlich von distal nach proximal gefüllt werden kann. Außerdem soll durch Einschalten eines positiven endexpiratorischen Druckes bei Spontanatmung bzw. assistierter Atmung ein Druckgefälle vom Markraum zum Venensystem vermieden und so die Einschwemmung von Fett und Mark in das Niederdrucksystem möglichst verhindert werden.

4.2.2. Postoperative Frühkomplikationen.

4.2.2.1. Thrombo-embolische Komplikationen.

BOITZY (1973) beschreibt als typische Frühkomplikationen allgemeiner Art nach Endoprothesenimplantation die thrombo-embolischen Ereignisse, die im Falle ausgedehnter Lungenembolien tödlichen Ausgang nehmen können, während die lokalen Frühkomplikationen durch Nachblutung und Hämatombildung sowie durch Prothesenluxation gegeben sind. BÄTZNER und Mitarbeiter (1972) rechnen den Frühkomplikationen noch die Streßblutung des Magens oder Duodenums und die lokale Frühinfektion hinzu.

Bezüglich der Prophylaxe von thrombo-embolischen Ereignissen werden die Anwendung von Heparin und die Antikoagulantientherapie hervorgehoben. BUCHHOLZ und Mitarbeiter (1977) führen eine Thromboseprophylaxe mit 10- bis 15.000 E Heparin, appliziert durch eine Tropfenzählinfusion, am Operationstag, sowie durch subkutane Heparingabe von 5.000 bis 7.500 E an den beiden ersten postoperativen Tagen durch und beginnen eine Antikoagulantientherapie mit Marcumar am Abend des Operationstages, welche solange unter Kontrolle des Prothrombinspiegels fortgeführt wird, bis der Patient das Bett über mindestens 6 Stunden am Tag verlassen kann; das Absetzen der Antikoagulantientherapie erfolgt ausschleichend.

KAKKAR (1977) bezeichnet die Kombination von low-dose-heparin mit Dihydroergotamin als die effektivste Form der Prophylaxe thrombo-embolischer Komplikationen. Ausgehend von der Feststellung, daß der Aktivierung des Faktors X des Blutgerinnungssystems bei der intravasalen Blutgerinnung eine zentrale Bedeutung zukommt, wird die hauptsächliche Wirkung von low-dose-heparin in der Aktivierung eines Enzyms Anti-Xa gesehen. Anti-Xa ist in der Lage, bereits

aktivierten Faktor X zu neutralisieren (GENTON, 1977). Messungen an Patienten mit tiefer Venenthrombose zeigten eine signifikant niedrigere Aktivität von Anti-Xa als sie bei Patienten ohne Thrombose nachgewiesen werden konnte. Nach Gabe von Heparin war eine Vermehrung der Anti-Xa-Aktivität zu beobachten, die nach zusätzlicher Applikation von Dihydroergotamin einen noch weiteren, deutlichen Anstieg erfuhr. Low-dose-heparin und Dihydroergotamin scheinen also über eine Neutralisierung des bereits aktivierten Faktor X synergistisch im Gerinnungssystem einzugreifen.

Nicht zu vergessen ist, daß eine frühzeitige Mobilisation, in den ersten postoperativen Tagen auch in Form von krankengymnastischen Übungen im Bett, thrombo-embolische Komplikationen verhindern hilft.

4.2.2.2. Frühinfektion.

Postoperative Frühinfektionen sind meistens Weichteilinfektionen, die auf dem Boden von Hämatombildung oder Seromentstehung zu einer Sekundärheilung führen. Durch antibiotische systemische Therapie nach bakteriologischer Abklärung und Resistenzprüfung sowie durch die üblichen chirurgischen Maßnahmen kann eine Ausbreitung der Infektion oft verhindert werden. Zu beachten ist aber, daß auch eine relativ früh einsetzende Weichteilinfektion schon Ausdruck einer tiefen, das Implantatlager ergreifenden Infektion sein kann. Sorgfältige Beobachtung auch nach Ausheilen der Weichteilinfektion ist daher geboten.

4.2.2.3. Neurologische Komplikationen.

Komplikationen, die sich bereits unmittelbar post operationem nachweisen lassen, sind auch die neurologischer Art. RUBOVSKY (1977) unterscheidet bei den Entstehungsmechanismen von Nervenläsionen sichere und wahrscheinliche. Ein sicherer Verletzungsmechanismus besteht in der Durchtrennung eines Nerven, etwa des Nervus ischiadicus beim unvorsichtigen Ablösen der Außenrotatoren, oder des Nervus femoralis beim Ablösen der queren Rectussehne. Diese Verletzungen, die relativ selten sind, werden wegen der prompten starken Nervenreaktion infolge der mechanischen Reizung intraoperativ zumeist bemerkt und beschrieben. Wahrscheinliche Verletzungsursachen sind in ihrer Entstehung zumeist komplex und bezüglich ihres Mechanismus oft nicht durchschaubar. In Frage kommen Läsionen durch ein perforierendes Instrument, Kompression durch abgehärteten Zement oder auch thermische Schädigung durch auspolymerisierendes Methylmetacrylat. Postoperative Hämatome können ebenfalls durch Druck Nervenlähmungen bewirken. Umstritten sind die sogenannten Elongationsverletzungen, die bei Patienten mit angeborener Hüftluxation beim Ausgleich der Beinverkürzung denkbar sind. Betont wird, daß Peroneuslähmungen nach Hüftalloarthroplastik meist Teil einer Ischiadicusparese sind, welche sich durch den zusätzlichen Befund einer Schädigung des Nervus tibialis nachweisen läßt. WALKER (1974) beschreibt den Entstehungsmechanismus der Cauda-equina-Querschnittslähmung, der bei vorgegebenem engen Spinalkanal auf einer Kompression des Duralsackes beruht, die hervorgerufen wird durch das Zusammenwirken von Hyperextension der Wirbelsäule bei der Operationslagerung - begünstigt durch fehlende antalgische Reflexmechanismen während der Narkose -, Kompression und Protrusion der Bandscheibe und Einrollen der Ligamenta flava. RUBOVSKY (1977) beschreibt bei 1.536 Endoprothesenoperationen zwölf Fälle von neurologischen Komplikationen und zwei zusätzliche auswärtige Fälle. Darunter befinden sich drei

Ischiadicusparesen, eine Cauda-equina-Querschnittslähmung und im übrigen Femoralisschädigungen. In den Fällen, in denen die Verletzungsursache in diffusem Druck bestand, war regelmäßig eine volle Remission zu beobachten, bei lokalisierter Schädigung war der Verlauf in in einem Falle günstig, viermal mäßig und einmal schlecht. Es wird die Forderung nach präoperativer Abklärung etwa vorbestehender Nervenschädigungen und insbesondere einer radikulären Symptomatik erhoben. Postoperativ sollen Paresen, Hämatome und Ödembildung durch häufige Kontrollen ausgeschlossen und ggf. druckentlastende Maßnahmen frühzeitig eingeleitet werden.

4.2.3. Spätkomplikationen.

Als Spätkomplikationen nach alloarthroplastischem Hüftgelenkserersatz werden die Implantatlockerung, Bruch oder Verschleiß der Endoprothese, Gewebereaktionen auf Abriebpartikel, periartikuläre Ossifikationen und die tiefe Infektion beschrieben. Zwei Fälle seltener urologischer Komplikationen nach Prothesenimplantation beschreiben SULLMONI und Mitarbeiter (1972). Hier war es durch Vordringen abgelöster Methylmetacrylatzapfen ins kleine Becken in einem Falle zur Arrosion der Blase, im anderen Falle zur Ureterobstruktion gekommen.

4.2.3.1. Endoprothesenlockerung.

Die Frage, warum es in einem gewissen Prozentsatz nach alloarthroplastischem Hüftgelenkserersatz zur Lockerung der Implantate kommt, ist heute noch nicht völlig geklärt. Nach einer Aufstellung von TÖNNIS und ASAI (1976), die sich auf 11.480 Totalendoprothesen

verschiedener Modelle bezieht, werden bei verschiedenen Prothesentypen Lockerungsraten von Pfanne, Schaftteil oder beidem zwischen 1,1 % und 13,3 % beobachtet; der Beobachtungszeitraum beträgt dabei bis zu 10 Jahren. Sicher darf man annehmen, daß Prothesenlockerungen aufgrund des Zusammenwirkens mehrerer Faktoren entstehen. Dabei wird ein Teil der Ursachen an die prinzipiellen technischen Gegebenheiten der heutigen Totalendoprothetik gebunden sein, während andere hinzutretende Faktoren den pathologischen Mechanismus der Lockerung auslösen. Im folgenden seien die dem heute meistgeübten System der Prothesen-Zement-Knochen-Verbindung innewohnenden Schwachstellen skizziert.

- a) Die Prothesenverankerung ist rein mechanischer Art und beruht auf Oberflächenhaftung, Verblockung, Verklemmung und Verzahnung; eine chemische oder biochemische Verbindung zwischen Zement und Implantatlager entsteht nicht.
- b) Die Implantatverankerung unterliegt auch bei physiologischen Bedingungen einer wechselnden dynamischen Belastung.
- c) Die dynamische Belastung trifft auf einen Verbund ungleich elastischer Materialien; nach BLENCKE (1977) beträgt der Elastizitätsmodul von Knochen etwa 2.000 kp/mm^2 , von Prothesenlegierungen um 21.000 kp/mm^2 , von Polymethylmetacrylat 200 kp/mm^2 und von Niederdruckpolyäthylen 60 kp/mm^2 .
- d) Die dynamische Wechselbelastung betrifft darüber hinaus einen Verbund von totem Material und lebendem Gewebe; es muß daher eine biologische Reaktion des lebenden Implantatlagers erwartet werden, z.B. die Spongiosierung des von seiner natürlichen Beanspruchung befreiten proximalen Femurendes (DIEHL, 1975).

Können diese dem Prinzip der heutigen Prothesentechnik immanenten Inkongruenzen des Prothesen-Knochen-Verbundes unter normalen Bedingungen vom Organismus toleriert werden, so ist doch ohne weiteres ersichtlich, daß zusätzliche belastende Faktoren eine

Implantatlockerung unvermeidlich machen können. Solche Faktoren können in der mechanischen Überbeanspruchung der Prothesenverankerung liegen, z.B. in einem zu hohen Reibungsmoment zwischen Kopf und Pfanne, insbesondere bei der Gleitpaarung Metall-Metall, in operationstechnischen Fehlern, wie der Schaftimplantation in Varusstellung oder fehlerhafter Zementeinbringung, in starkem Übergewicht des Patienten, in übersteigter und unangepaßter Aktivität des Patienten oder in nicht tolerierbaren Spitzenbelastungen, wie etwa bei einem Trauma. Andererseits können Lockerung auslösende Faktoren auch auf der Seite des Implantatlagers gefunden werden. Denkbar ist eine über das normale Maß hinausgehende Gewebeschädigung durch thermische und toxische Einwirkung des abbindenden Knochenzements, so daß die Regenerationsfähigkeit des Gewebes überfordert wird. VERNON-ROBERTS und FREEMAN (1977) berichten über Beobachtungen, daß eine frühe Implantatlockerung - bis etwa 2 Jahre post operationem - mit einem umfangreicheren Untergang an Knochengewebe einhergeht, als dieser vergleichsweise bei nicht gelockerten Endoprothesen im gleichen Zeitraum zu finden ist. Schließlich wird auch noch eine toxische, nekrosebildende Wirkung von Verschleißteilchen des Polymethylmetacrylats angenommen. Der circulus vitiosus von minimaler Lockerung über Zementabrieb und toxischer Gewebeschädigung und Nekrosebildung zu zunehmender Lockerung und dadurch bedingtem weiteren Zementverschleiß wurde oben bereits dargestellt. Auch vorgegebene pathologische Veränderungen am Knochenlager, etwa die Osteoporose, mögen für eine unvollkommene Einheilung des Implantats verantwortlich sein. Schließlich werden noch Abstoßungsreaktionen und die sogenannte "low grade infection" als Ursache für Prothesenlockerungen diskutiert, wenngleich diesbezüglich auch wenig bekannt und erwiesen ist. WALDE und Mitarbeiter (1977) geben folgende Faktoren als auslösende Momente der Implantatlockerung an

- a) Schädigung der Randzone durch das Operationstrauma;
- b) toxische Wirkung der Restmonomere;
- c) thermische Schädigung bei der Zementpolymerisation;
- d) Fremdkörperreaktion auf Abriebprodukte;
- e) primär verminderte Knochenstabilität.

Auffallend ist, daß Pfannenlockerungen wesentlich häufiger beobachtet werden als Schaftlockerungen. WITT und HACKENBROCH (1976) geben ein Verhältnis von 7,5 Pfannenlockerungen auf 1 Schaftlockerung an. Dies mag damit zusammenhängen, daß die Pfanne flächig und nur durch die Zementverbindung am Knochen verankert wird, während der Prothesenstiel schon ohne Zement eine gewisse Verankerungsstabilität durch mechanische Verklemmung im Femurmarkraum erfährt. HUGGLER und SCHREIBER (1978) konnten darüber hinaus am Epoxymodell des menschlichen Beckens zeigen, daß Zug- und Druckspannungen, wie sie unter physiologischen Bedingungen auftreten, vornehmlich über die Corticalis und insbesondere über die subchondralen Strukturen des Acetabulums aufgenommen werden, während die Spongiosa als Füllmaterial eine formverhaltende Funktion hat. Dieses Konstruktionsprinzip, technisch als Sandwich-Struktur bezeichnet, findet u.a. auch im Brücken- und Flugzeugbau Anwendung. Die für die Kraftübertragung am Becken wichtigen Strukturen werden bei der Aufbereitung der Hüftpfanne für die Implantataufnahme mehr oder minder angegriffen. Man kann dennoch die überproportionale Lockerungsrate beim künstlichen Hüftpfannenersatz als Folge der Beeinträchtigung des biomechanischen Gleichgewichts der Beckengesamtkonstruktion ansehen. Zu fordern ist daher, daß die subchondralen Strukturen des Acetabulums als hauptleiter des Kraftflusses geschont werden und daß die Konstruktion der Kunstpfanne den Gegebenheiten des natürlichen Implantatlagers angepaßt werden muß und nicht umgekehrt.

Die besonderen biomechanischen Probleme bei der Implantation des Prothesenkopfteils ergeben sich nach RITTER und Mitarbeitern (1973) daraus, daß durch die mediale Lage des Femurkopfes eine exzentrische Belastung des Oberschenkels erfolgt, während gleichzeitig die für die Weiterleitung des Kraftflusses geeigneten natürlichen Strukturen bei der Resektion des Schenkelhalses zerstört werden. Die Übertragung der über Kopf und Hals der Prothese auf den Femur wirkenden Kräfte soll durch geeignete Konstruktion des Prothesenkragens, der in einem Winkel von 65° der Femurcorticalis optimal aufliegen soll, erfolgen. Es wird eine zementfrei zu implantierende Kopfindoprothese (RITTER und Mitarbeiter, 1976) vorgestellt, welche einen relativ kurzen und nicht keilförmigen Schaft und eine Zuggurtung zwischen dem lateralen Kragenbereich und dem Femur distal der Schaftspitze aufweist; hierdurch soll das besonders beanspruchte Calcar femorale entlastet und eine gleichmäßige Kraftübertragung auf die Femurröhre gewährleistet werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß Prothesenlockerungen nach heutigem Wissen auf dem Boden biomechanischer Unzulänglichkeiten, wie sie durch die heute geübte Art der Endoprothesentechnik gegeben sind und bislang nicht beeinflußt werden können, entstehen, wenn zusätzlich Überbelastung der Implantatverankerung oder pathologische Vorgänge am Knochenlager eintreten.

4.2.3.2. Materialbruch.

Über den Prothesenbruch wird in der Literatur relativ wenig besonders berichtet; dieses Ereignis wird zumeist zusammen mit der Prothesenlockerung abgehandelt, welches die unabdingbare Folge ist. Der Implantatbruch betrifft in der Regel den Schaft der Kopfprothese, gelegentlich werden auch Berstungen der Pfanne beobachtet.

Gründe dafür können im ungeeigneten Material oder in material-technischen Fertigungsfehlern liegen, sie sind aber relativ selten. Prädisponierend kann auch eine ungünstige Formgebung sein, besonders dann, wenn außergewöhnlich hohe mechanische Beanspruchungen des Materials, etwa bei Übergewicht des Patienten, hinzutreten. In den meisten Fällen wird der Prothesenbruch aber durch operationstechnische Fehler verursacht. Hier ist in erster Linie die fehlerhafte Verusstellung des Prothesenkopfteils zu nennen, welche eine vermehrte Biegebeanspruchung des Schaftes bedingt. Zyklisch-dynamische Belastung führt bei Überschreitung einer materialbedingten Grenze im Körpermilieu zur Spannungskorrosion (BLENCKE, 1977 - HUGGLER und SCHREIBER, 1978). Es entsteht ein *circulus vitiosus*, in dem der an sich chemisch inerte Implantationswerkstoff durch mechanische Überbeanspruchung chemischen Einflüssen gegenüber angreifbar wird und dadurch seinerseits wieder an mechanischer Belastbarkeit verliert. Ähnlich wie eine ungünstige Position des Prothesenschaftes kann sich auch seine mangelhafte Einzementierung auswirken. Besonders eine ungenügende Zementfixation der Schaftspitze kann zu Mikrobewegungen der Prothese führen und durch ungleichmäßige Lastverteilung lokale, mechanische Überbeanspruchung des Materials bedingen; die Folgen sind oben beschrieben.

4.2.3.3. Materialverschleiß.

Materialverschleiß hat die Entwicklung der Hüftalloarthroplastik oft vor große Probleme gestellt. Erinnerung sei nur an die Kopfprothese der Gebrüder JUDET, deren Mißerfolg zum Teil durch den raschen Verschleiß des verwendeten Plexiglases bedingt war. Auch Teflon, welches CHARNLEY für seine erste "low friction arthroplasty" benutzte, hat sich trotz bester Laufeigenschaften wegen mangelnder Abriebfestigkeit als ungeeigneter Werkstoff erwiesen. Die ursprüng-

liche Ausführung der Rotations-Totalendoprothese nach WEBER und HUGGLER mit einem Polyester-Kopf und einer Metallpfanne mußte wegen der erheblichen Verschleißrate des Kunststoff-Kopfes abgeändert werden. Die pathologische Bedeutung des fortschreitenden Materialverschleißes liegt zum einen im Formverlust und dadurch bedingter mechanischer Instabilität des Implantats, zum anderen in der Gewebereaktion auf Abriebpartikel, die, wie das Beispiel der Akrylose nach Plexiglasimplantation zeigt, völlig verschieden von der Reaktion auf den gleichen Werkstoff in Form eines soliden Materialstücks sein kann (RUCKELSHAUSEN, 1973a). Während der Materialverschleiß im Hinblick auf eine Schichtdickenverminderung der miteinander gelenkenden Oberflächen bei den heutigen Werkstoffen nicht so sehr ins Gewicht fällt, muß der Reaktion des umgebenden Gewebes durchaus Beachtung geschenkt werden. Wie bereits oben beschrieben, besteht die grundlegende Frage darin, ob die Relation zwischen Menge an Verschleißpartikeln, Regenerationsfähigkeit des umgebenden Gewebes und Transportkapazität der ableitenden Lymphwege in einem Gleichgewicht gehalten werden kann. Auf die Bedeutung von Verschleißprodukten des Polymethylmetacrylats für eine mögliche Implantatlockerung wurde bereits oben eingegangen.

4.2.3.4. Periartikuläre Ossifikationen.

Periartikuläre Ossifikationen nach Endoprothesenimplantation werden in der Literatur in einer Häufigkeit zwischen weniger als 1 % und 87 % angegeben. SCHULITZ (1973) und HUGGLER und SCHREIBER (1978) nennen Prozentsätze bis 30 %, HOLZ und Mitarbeiter (1977) berichten bei 676 Hüftendoprothesen von 46 % periartikulärer Verknochenerungen unterschiedlicher Schweregrade. Die Ätiologie dieser Erscheinung ist letztlich ungeklärt. Man kann davon ausgehen, daß es sich um ein multifaktoriell bedingtes Geschehen auf dem Boden einer gegebenen Disposition handelt. Röntgenologisch nachweisbar

sind periartikuläre Ossifikationen frühestens vier Wochen post-operationem, zum Stillstand kommen sie etwa nach sechs Monaten in unterschiedlicher Ausdehnung. Ihr Schweregrad kann von einem unbedeutenden röntgenologischen Nebenbefund bis zur Ummauerung und Versteifung des betroffenen Hüftgelenks reichen. Dem Schweregrad I werden solche Befunde zugeordnet, bei denen sich isolierte, einzelne oder mehrere Verknöcherungsschatten zumeist an der Trochanterspitze oder am oberen Pfannenrand finden. Der Schweregrad II ist gekennzeichnet durch stärkere band- oder ringförmige Verschattungen ohne Brückenbildung zwischen Femur und Becken. Als Schweregrad III werden manschettentförmige Verknöcherungsreaktionen mit Brückenbildung zwischen Femur und Becken definiert. HOLZ und Mitarbeiter (1977) geben bei 311 Fällen mit nachgewiesenen Ossifikationen in 79,7 % den Schweregrad I, in 14,8 % den Schweregrad II und in 5,5 % den Schweregrad III an. Sie stellten eine mit dem Schweregrad zunehmende Bevorzugung des männlichen Geschlechtes fest, während OHL und Mitarbeiter (1976) eine relative Zunahme bei älteren Patienten fanden. Einen Einfluß auf die Entstehung periartikulärer Verknöcherungen scheint die Schwere des Operationstraumas zu haben. Knochenverletzungen, wie Trochanterablösungen oder Femurfrakturen und Muskelverletzungen, korrelieren mit gehäuftem Auftreten von Ossifikationen. Ebenso werden sie nach Implantatwechseln häufiger gesehen. Auch in das Umgebungsgewebe versprengte Knochenbrümmen können als Ausgangspunkt ektopischer Verknöcherungsreaktionen betrachtet werden (BOITZY, 1973).

SCHULITZ (1973) diskutiert als mögliche Mitursache ebenfalls die toxische Wirkung von Methylmetacrylatmonomeren; andererseits waren schwerste Verknöcherungsreaktionen schon vor der Verwendung von Knochenzement bekannt. SCHREIBER und JANSSEN (1973) stellen periartikuläre Ossifikationen nach Implantation von Polyäthylenpfannen häufiger fest als bei der Gleitpaarung Metall-Metall. Zusammenfassend ist die ektopische Knochenbildung im periartikulären

Weichteil am ehesten als Myositis ossificans traumatica zu deuten, die auf dem Boden bislang unbekannter Prädispositionen entsteht. Sichere Methoden zu ihrer Verhinderung sind nicht bekannt; selbst schonendste Operationstechnik vermag im Einzelfall keine Garantie für ihre Vermeidung zu sein.

4.2.3.5. Spätinfektion.

Die tiefe Infektion nach Endoprothesen-Implantation ist die am meisten gefürchtete Komplikation. Man unterscheidet die Frühinfektion, auf die bereits eingegangen wurde, von der Spätinfektion. Mit Einschränkung läßt sich sagen, daß die Frühinfektion auf einer Kontamination während der Operation oder auf einer postoperativen Wundinfektion beruht, während die Spätinfektion, die Monate bis Jahre nach der Operation in Erscheinung treten kann, vorwiegend auf haematogenem Wege übertragen wird (HEIPERTZ, 1974). Denkbar ist auch, daß sich fakultativ pathogene Keime an der Grenzschicht zwischen Knochen und Zement ansiedeln und, durch ihre Lokalisation von der Körperabwehr weitgehend abgeschirmt, eine schleichende, tiefe Infektion verursachen (BUCHHOLZ, 1973c). Die klinischen Erscheinungen können unterschiedlich sein. Es kann relativ früh zu einer Fistelbildung nach außen kommen, diese kann aber auch nach Monaten erst auftreten. BUCHHOLZ und GARTMANN (1972) beschreiben bei 140 tiefen Infektionen in 46,8 % der Fälle Fistelbildung. Oft läßt sich retrospektiv feststellen, daß Patienten, bei denen Monate nach der Operation eine Infektion nachgewiesen wird, schon von Beginn der postoperativen Phase an nie voll beschwerdefrei waren. Es gibt aber auch die Verlaufsform mit einem Monate bis Jahre andauernden beschwerdefreien Intervall, welches durch das Auftreten von Schmerzen und den Anstieg der Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit beendet wird. Die Diagnostik einer tiefen Infektion kann

schwierig sein, ebenso ihre Unterscheidung von der aseptischen Lockerung. Klinisch wird ein Stauchungsschmerz für eine wie auch immer bedingte Lockerung der Pfanne sprechen, während für Schaftlockerungen der Rotationsschmerz unter maximalem Zug am Oberschenkel charakteristisch ist. Die typischen klinischen Entzündungszeichen müssen bei der tiefen Infektion der Endoprothese keineswegs regelmäßig nachweisbar sein. Eine Blutkörperchensenkungsbeschleunigung wird dagegen immer gefunden. Bei der Röntgenuntersuchung können in relativ seltenen Fällen Osteolysen und osteomyelitische Umwandlungszonen gefunden werden, oft sind die Befunde aber uncharakteristisch. Die Szintigraphie vermag zwar Knochenumbauvorgänge nachzuweisen, aber zumindest bis 8 Monate postoperativ muß mit Aktivitätsanreicherungen gerechnet werden, die dem normalen Heilverlauf entsprechen und von pathologischen Veränderungen kaum abgegrenzt werden können (GUZZANTI und Mitarbeiter, 1977). Zur Differenzierung zwischen lockerungsbedingter und infektionsverursachter Aktivitätsvermehrung empfehlen HEEP und LICHTÉ (1973) einen pathologischen Befund im Tc-99 m Polyphosphat-Szintigramm durch eine Gallium-67-Citrat-Szintigraphie zu kontrollieren. Da Gallium-Citrat eine Affinität zu Tumor-, aber auch entzündlich verändertem Gewebe hat, würde eine Aktivitätsanreicherung in beiden Szintigrammen für eine Infektion, eine solche nur im Tc-99 m-Polyphosphat-Szintigramm für eine aseptische Lockerung sprechen. SCHELLMANN und VITALI (1977) raten zur Arthrographie, mit der sich Lockerungsbereiche zwischen Zement und Knochen darstellen lassen. SUEZAWA und DIETSCHI (1977) führten bei einer Serie von 177 Implantatwechseln bzw. Implantatentfernungen regelmäßig präoperativ eine bakteriologische Untersuchung des Gelenkpunktats durch zur Differenzierung zwischen infektiöser und aseptischer Lockerung. FITZGERALD und Mitarbeiter (1977) untersuchten die Beziehung zwischen klinischen Faktoren und Umgebungsbedingungen zur Infektionsrate anhand von 3.215 arthroplastischen Hüftoperationen. Die Autoren stellten fest, daß Adipositas, höheres Lebensalter, Stoffwechselerkrankungen und voraus-

gegangene Steroidbehandlung in ihrem Untersuchungsgut nicht mit einer relativ höheren Infektionsrate korrelierten. Dagegen waren Patienten mit vorausgegangenen Hüftoperationen und ausgedehnten lokalen Vernarbungen infektionsgefährdeter. Bei narbigen Weichteilveränderungen werden daher plastische Rekonstruktionen vor der Prothesenimplantation empfohlen. Wenn auch die bakterielle Kontamination in älteren Operationsräumen mit nur geringem Luftaustausch höher erschien als in modernen, so waren die Unterschiede doch nicht signifikant. Eine signifikant höhere Infektionsrate wiesen die Patienten auf, die in den gleichen Operationsräumen zu einem späteren Zeitpunkt am Tage operiert wurden. Ebenso sah man relativ häufiger Infektionen nach Eingriffen, die von relativ unerfahrenen Operateuren durchgeführt worden waren. Die Autoren sehen Hämatombildung als ernste Komplikation mit höchster Infektionsgefährdung an und empfehlen aggressive chirurgische Intervention. Die Gesamtinfektionsrate auf 3.215 Eingriffe wird mit 1,3 % angegeben; bei 991 Hüften mit Voroperationen liegt sie bei 2,3 %. Bei den alloarthroplastischen Eingriffen wegen Coxarthrose ist der Unterschied zwischen der Gesamtinfektionsrate von 0,8 % auf 2.103 Fälle bei den Ersteingriffen zu 2,2 % auf 411 Fälle bei den Sekundäreingriffen noch deutlicher. ENNEKER und Mitarbeiter (1976) haben bei 897 Hüfttotalendoprothesen eine Infektionsquote von insgesamt 1,7 %, davon 1 % Früh- und 0,7 % Spätinfekte. BUCHHOLZ und Mitarbeiter (1977) konnten die Infektionsrate auf 0,2 % senken. OHL und Mitarbeiter (1976) berichten von 1 % Infektionen auf 310 Eingriffe. Vergleicht man ältere Berichte, so ist festzustellen, daß die Infektionen nach künstlichem Hüftgelenkersatz relativ abgenommen haben; vor einigen Jahren wurden noch Infektionsraten von zum Teil über 10 % angegeben.

4.3. Infektionsprophylaxe.

4.3.1. Allgemeine Maßnahmen.

Da Infektionen nach Knochen- und Gelenkoperationen oft schwer beeinflussbar sind und deletäre Folgen haben können, ist die Infektionsprophylaxe in diesem Bereich der Chirurgie besonders wichtig. Noch dringlicher wird sie, wenn zusätzlich eine Implantation alloplastischen Materials erfolgt, weil zusätzlich zur ohnehin gegebenen Infektionsgefährdung des Knochens Bedingungen geschaffen werden, die es der körpereigenen Abwehr nicht mehr ermöglichen, stattgehabte Kontaminationen zu erreichen und zu beherrschen. Selbstverständlich verdienen alle Maßnahmen der Asepsis, wie sie in der Knochenchirurgie üblich sind, strengste Beachtung. Der aseptische Operationsbereich muß durch organisatorische und bauliche Schwellen sicher isoliert werden. Die Organisation des Operationsbetriebes muß entsprechend durchdacht, und alle erforderlichen Anweisungen müssen durchgeführt werden. Die Operation selbst erfordert peinlich genaues Einhalten aller Maßnahmen der Asepsis, wie sorgfältiges Abdecken des Operationsgebietes, gewebeschonendes Operieren, ausreichende Spülung der Wundhöhlen, exakte Blutstillung zur Vermeidung von Hämatomen und nicht zuletzt eine regelrechte Verbandstechnik. Präoperativer Ausschluß etwaiger blander Infekte und sorgfältige postoperative Beobachtung müssen ebenso selbstverständlich sein. In vielen Kliniken erfolgt postoperativ eine prophylaktische antibiotische Therapie. Es gibt viele Argumente auf bakteriologischer Seite, die gegen diese Maßnahme sprechen; aber es ist zu fragen, ob in solchen Fällen, in denen die eingetretene Infektion so schwerwiegende Folgen hat wie bei der Alloarthroplastik, und die dann auch mit gezielter antibiotischer Therapie nicht mehr ausgeheilt werden können, nicht die Verantwortung für das Wohl des einzelnen Patienten über die Bedenken möglicher Resistenzentwicklungen gestellt werden müssen.

4.3.2. Ultrasterile Operationsbedingungen.

HUGGLER und SCHREIBER (1978) berichten von einer Senkung der Infektionsraten nach Einführen einer sogenannten ultrasterilen Operationsboxe. Diese soll durch ständiges Zuführen keimfreier Luft in kontrollierter Strömung ("laminar air flow") eine aerogene Kontamination des Wundgebietes verhindern. Zusätzlich wird die Atemluft des Operationsteams abgesaugt; Absaugvorrichtungen auf dem Operationstisch sollen Emissionen des Patienten eliminieren ("body exhaust system"). Es werden so Keimzahlen von 1 pro m³ Luft erzielt, was bedeutet, daß die intraoperative Kontamination so gering gehalten wird, daß das Angehen einer Infektion praktisch ausgeschlossen ist, vorausgesetzt, die gesamte Kette aller übrigen aseptischen Maßnahmen ist an keiner Stelle durchbrochen. FREEMAN und Mitarbeiter (1977) sehen allerdings die Wirksamkeit ultrasteriler Luft in der Umgebung des Operationsgebietes nicht als erwiesen an. Sie konnten anhand von 836 Hüftalloarthroplastiken zeigen, daß durch Einführen des ultrasterilen Luftstromes der Reinheitsgrad der Operationswunden nicht verbessert wurde. Dagegen wurde durch einen Wechsel von einem veralteten, unzureichenden Operationsraum in einen modernen mit optimalen Umgebungsbedingungen sowie durch Einführen antibiotischer prophylaktischer Therapie eine deutliche Senkung der Infektionsrate erreicht.

4.3.3. Aktive Immunisierung.

WEBER und STÜHMER (1973) berichten über Erfolge bei der Infektionsprophylaxe durch eine aktive Immunisierung des Patienten mit einer polyvalenten Staphylokokkenvakzine, wodurch eine Infektionsrate von 6,8 % auf 1,7 % gesenkt werden konnte.

4.3.4. Anwendung antibiotikahaltiger Knochenzemente.

Seit einigen Jahren werden an vielen Kliniken antibiotikahaltige Knochenzemente bei der Implantation von Endoprothesen verwendet. In-vitro-Untersuchungen hatten gezeigt, daß Polymethylmetacrylat in der Lage ist, untermisches Antibiotikum kontinuierlich an ein umgebendes Medium abzugeben (WAHLIG und BUCHHOLZ, 1972). Die Freisetzung von Gentamycin aus Palacos im Organismus wiesen neben anderen KOSCHMIEDER und Mitarbeiter (1973) anhand von tierexperimentellen Untersuchungen nach. Eine mit gentamycinhaltigem Palacos abgedeckelte Spongiosakammer im Schweinefemur konnte über 21 Tage drainiert werden; die Antibiotikakonzentration im Sekret wurde in Abhängigkeit vom Zeitfaktor bestimmt. Es fanden sich in der ersten Woche so hohe Gentamycinkonzentrationen, daß man, auf klinische Verhältnisse angewandt, einen hohen bakteriziden Infektionsschutz der Implantat-umgebung erwarten konnte. SATTEL und NABERT-BOCK (1976) wiesen anhand klinischer Studien antibakteriell wirksame Gentamycinmengen in der Flüssigkeit des Redon-Saugsystems und im Punktat des Hüftgelenks nach. Eine denkbare Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften des Knochenzementes konnte durch Untersuchungen von BUCK und Mitarbeitern (1976) weitgehend ausgeschlossen werden. RATHKE und ERBAN (1976) berichten über eine Serie von 565 Totalendoprothesen, bei der nach Verwendung von erycin- und colistinhaltigem Knochenzement bis zum Untersuchungszeitpunkt keine Infektion festgestellt wurde. BUCHHOLZ und Mitarbeiter (1977) weisen nach Einführen von Refobacin-Palacos-R eine Infektionsrate von 0,2 % auf. Sie befürworten bei eingetretener tiefer Infektion einer Endoprothese den Prothesenaustausch in einer Sitzung und Verwendung von Refobacin-Palacos-R. Toxische oder sensibilisierende Wirkungen nach Implantation gentamycinhaltigen Knochenzements sind nicht bekannt. WAHLIG und BUCHHOLZ (1972) wiesen nach, daß eine Gentamycinkonzentration im Serum nur während der ersten 24 Stunden nach Implantation nachweisbar war; ebenso war die Harnkonzentration von Gentamycin gering

mit Spitzenwerten in den ersten 12 postoperativen Stunden und Werten unter einem Mikrogramm pro ml nach 6 Tagen. Offen ist die Frage, ob mit antibiotikahaltigen Knochenzementen auch eine haematogene Spätinfektion nach 5 bis 10 Jahren zu verhindern ist (SATTEL und NABERT-BOCK, 1976).

5. Eigenes Vorgehen.

5.1. Prae- und postoperative Routinediagnostik und -therapie.

Zu den routinemäßigen praeoperativen Voruntersuchungen gehören das Differentialblutbild, ein Gerinnungsstatus, die Bestimmung der üblichen Leber- und Nierenfunktionswerte sowie der Serumelektrolyte, ein Blutzuckertagesprofil, die Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit und der Urinstatus. Ein Elektrokardiogramm wird regelmäßig internistisch befundet. Routinemäßig erfolgt eine Röntgenuntersuchung der Thorax-Organen in 2 Ebenen; bei Patienten mit Ulcus-Anamnese oder -verdacht wird eine Röntgendarstellung des Magen-Darm-Traktes durchgeführt. Besonders sorgfältig wird nach etwaigen blinden Infekten gefahndet, die Ausgangspunkt für eine spätere Infektion des Implantatlagere sein können.

Zur üblichen Routinediagnostik bei Endoprothese-Patienten gehört die Röntgendarstellung der Lendenwirbelsäule, der Beckenübersicht, des betroffenen Hüftgelenkes und des Oberschenkels auf der betroffenen Seite. Röntgenkontrollen der operierten Hüfte erfolgen regelmäßig unmittelbar postoperativ, nach der ersten Belastung und vor der Entlassung aus der stationären Behandlung.

Eine medikamentöse Thromboseprophylaxe betreiben wir mit Antikoagulantien (Marcumar). Die erste Marcumargabe erfolgt am 2. postoperativen Tag; die Anfangsdosierung richtet sich nach dem postoperativ kontrollierten Prothrombinspiegel. Fortgeführt wird die Antikoagulantientherapie solange, bis der Patient in der Lage ist, regelmäßig ohne fremde Hilfe das Bett zu verlassen; das Absetzen der Antikoagulantientherapie erfolgt ausschleichend. Wir haben bei einigen Patienten auch eine Thromboseprophylaxe mit "lowe dose heparin" durchgeführt, dabei aber eine so hohe Rate an Hämatomen gesehen, daß wir diese Versuche wieder aufgegeben haben.

Eine chemotherapeutische Infektionsprophylaxe betreiben wir einmal durch die Verwendung von Refobacin-Palacos-R als Knochenzement, zum anderen erhalten alle Patienten von ersten Operationstag an ein intravenös appliziertes Tetracyclinpräparat.

Ein wesentlicher Bestandteil der Infektionsverhütung ist auch die Vermeidung eines Hämatoms im Wundgebiet. Dazu ist vor allem sorgfältige intraoperative Blutstillung erforderlich; wir legen darüber hinaus sub- und epifasziale Redon-Saug-Drainagen, die bis 48 Stunden post operationem belassen werden.

Die krankengymnastische Therapie halten wir für einen wesentlichen Bestandteil der Behandlung von Hüftleiden mit der Alloarthroplastik. Praeoperativ werden die Patienten bereits mit den Spannungsübungen vertraut gemacht, die unmittelbar postoperativ die krankengymnastische Behandlung einleiten. Ebenso wird der Patient in der Benutzung des Totraumvergrößerers nach GIEBEL unterrichtet. Sobald postoperativ der therapeutische Bereich des Prothrombinspiegels unter der Antikoagulantientherapie erreicht ist, beginnt die Mobilisation des Patienten vom Sitzen auf der Bettkante über Stehen bis zu den ersten Schritten im Gehwagen. Bei entsprechender Sicherheit wird das Gehen mit zwei Unterarmstützen geübt. Den Gebrauch einer Unterarmstütze sollte der Patient über etwa 3 Monate beibehalten. Der Abschluß der stationären krankengymnastischen Behandlung ist gegeben, wenn der Patient in der Lage ist, selbständig Treppen zu steigen. Dies ist in der Regel auch der Entlassungstermin aus der stationären Behandlung. Neben der Gehschulung werden den Patienten nach Abschluß der Wundheilung und Entfernen der Fäden auch Bewegungsübungen im Wasser ermöglicht. Insbesondere bei ausgeprägter muskulärer Insuffizienz sind krankengymnastische Trockenübungen zur gezielten Kräftigung und Regeneration der Hüftmuskulatur von wesentlicher Bedeutung.

5.2. Beschreibung des Endoprothesenmodells.

Bei der von uns verwendeten Hüftgelenktotalendoprothese des Modells St. Georg nach BUCHHOLZ handelt es sich um eine Endoprothese mit der Gleitpaarung Metall-Kunststoff. Der Kopfteil besteht aus einer Chrom-Nickel-Molybdän-Legierung, die gegossen wird, wodurch eine präzise Formgebung möglich ist. Der Durchmesser des Kopfes beträgt ca. 38 mm, die Kopf-Hals-Länge 60 mm. Die Schaftlänge beträgt 170 mm. Schaftstärke und -krümmung stehen zur Anpassung an die individuellen anatomischen Gegebenheiten in unterschiedlichen Abmessungen zur Verfügung. Der Schaft soll bei der Implantation an drei Punkten der Femurcorticalis innen anliegen, zunächst proximal und medial unmittelbar unter dem Prothesenkragen, dann lateral mit der Konvexität der Schaftkrümmung sowie distal und medial mit der Stielspitze. Die künstliche Pfanne besteht aus hochmolekularem Polyäthylen (RCh 1.000). Ihr Innendurchmesser beträgt etwa 39 mm, der Außendurchmesser 52 mm. Die Wandstärke liegt in der Belastungszone bei 10 mm, in den weniger belasteten Bereichen ist sie geringer. An der Außenseite finden sich unterminierte Vertiefungen und circular und radiär verlaufende Kinnen; es erfolgt so durch Verzahnung und durch Vergrößerung der Oberfläche eine optimale Haftung am Knochenzement bei möglichst klein gehaltenem Pfannendurchmesser. Der ventro-mediale Rand der Pfanne ist so ausgebuchtet, daß eine Flexion bis 70° möglich ist, ohne daß der Kopf luxiert; außerdem werden Psoassehne und Nervus femoralis vor mechanischer Irritation geschützt. Eine Luxation bei der Extension muß nicht befürchtet werden, da eine Überstreckung im Hüftgelenk nur um wenige Grade möglich ist. Kopfdurchmesser und Pfanneninnendurchmesser differieren um etwa 0,6 mm. So wird einerseits das Belastungsareal beim Gehen relativ klein gehalten, zum anderen kann Gewebsflüssigkeit in den Raum zwischen Kopf und Pfanne eindringen, wodurch eine feuchte Gleitreibung erzielt wird; beide Faktoren tragen zur Verringerung der Gleitverschleißrate bei. Für besondere anatomische

Gegebenheiten stehen auch Pfannen mit größerem oder kleinerem Außendurchmesser zur Verfügung. Auch bei den Kopfteilen kann für besondere Fälle auf Kopfgrößen von 33 mm und 24 mm Durchmesser zurückgegriffen werden. Prothesen mit extrem langem Schaft (300 mm) finden Anwendung, wenn eine Femurschaftfraktur mitzuversorgen ist, und mit Einschränkung beim Prothesenaustausch.

5.3. Operatives Vorgehen.

5.3.1. Organisatorische und räumliche Gegebenheiten.

Für alloarthroplastische Eingriffe steht ein sogenannter Knochensaal zur Verfügung, das ist ein Operationsraum, der ausschließlich der hochseptischen Knochen- und Gelenkchirurgie vorbehalten ist. Eine dringend wünschenswerte Bettenschleuse konnte bislang noch nicht realisiert werden, befindet sich aber in Planung. Das Betreten des aseptischen Operationstraktes ist nur in besonderer Schutzkleidung, bestehend aus Jacke, Hose und Schuhen, erlaubt; zum Betreten des Knochensaals müssen zusätzlich Kunststoffhüllen über den Schuhen getragen werden, die bei jedem erneuten Betreten gewechselt werden müssen. Alloarthroplastische Eingriffe werden möglichst vor anderen Operationen ausgeführt. Die Bedeutung dieser Regel demonstrieren FITZGERALD und Mitarbeiter (1977), indem sie zeigen, daß die Infektionsrate bei Endoprothesenoperationen, die später am Tage stattfanden, signifikant erhöht war. Mit alloarthroplastischer Chirurgie befassen sich über längere Zeiträume maximal vier Operateure gleichzeitig; von diesen waren zwei über den gesamten Beobachtungszeitraum dieser Untersuchung dieselben, während ein bis zwei weitere Operateure im Laufe der Jahre wechselten. Es ist somit eine gewisse Kontinuität und Perfektionierung des operativen Vorgehens möglich. Die Operationsdauer liegt zur Zeit bei durchschnittlich eineinhalb bis zwei Stunden. Die Narkose erfolgt regelmäßig als Neuroleptanalgesie. Es werden drei Blutkonserven à 500 ml bereit gehalten.

5.3.2. Der Operationsverlauf.

Alloartnroplastische Eingriffe am Hüftgelenk werden in Rückenlage durchgeführt. Wir wählen ausschließlich einen seitlichen modifizierten Zugang nach CHARKLEY. Abgewaschen wird zweimal mit Alkohol und zweimal mit Merfen. Das Abdecken erfolgt in üblicher Weise mit sterilen Tüchern; das Operationsgebiet wird zusätzlich mit einer sterilen Klebefolie gesichert. Der Hautschnitt verläuft nach dorsal konvex bogenförmig von dorsal und cranial des Trochanter major über diesen hinweg in die Längsachse der lateralen Oberschenkelhälfte bis zum distalen Oberschenkel Drittel. Nach Längsdurchtrennung der Fascia lata und Auseinanderschieben der Fasern des Musculus gluteus maximus werden mit Dicloxacillin getränkte Tücher an die Faszienränder genäht. Nach Eröffnen der Bursa trochanterica und Darstellung des Trochanter major wird distal hiervon in der Linea inominata zwischen dem Gluteus-medius-Ansatz und dem Musculus vastus lateralis quer eingeschnitten und mit einem Spezial-Dajonette-Meißel eine Trochanterlamelle mit dem Ansatz des Musculus gluteus medius abgeschlagen, welche nach cranial weggehalten wird. Nach Exzision der zugänglichen Kapselanteile wird der Hüftkopf luxiert und im Schenkelhals mit einer Vibrationssäge reseziert. Man kann die Durchtrennung des Schenkelhalses auch mit einer OLLI-Säge zuerst vornehmen und anschließend den Hüftkopf mit einem HÜDE-Extraktor entfernen. Nach maximaler Adduktion des Beines ist die Pfanne mit den restlichen Kapselanteilen zugänglich. Diese werden sorgfältig excidiert. Durch Einschlagen eines Steinbohrers in das Pfannendach kann die abgeschlagene Trochanterlamelle in Position gehalten werden. Mit einem Satz von Spezialfräsen wird die Pfanne auf 5/ mm aufgearbeitet. Mit einer Probepfanne wird die ausreichende Aufbereitung der Hüftpfanne kontrolliert. Mit einer Nahtlochfräse werden 4 - 6 Löcher in den dorsalen und cranialen Bereich des Acetabulum gebohrt. Das Aufbereiten des Femurlumens geschieht mit einem Satz elastischer

Fräsen und wird soweit wie möglich betrieben, um die schaftstärkste Prothese einbringen zu können. Der Femureingang wird mit einer Kaspel passend aufgeweitet. Durch das Trochantermassiv werden von ventral nach dorsal zwei in der Sagittalebene parallelverlaufende Kanäle gebohrt, welche die Kunststoffäden aufnehmen, mit denen die abgeschlagene Trochanterlamelle später wieder fixiert wird. Während des Aufbereitens des Femur wird von einem Assistenten das Refobacin-Palacos-R zubereitet, so daß die Prothesenpfanne nach sorgfältiger Ausspülung und Trocknung des Lagers und bei richtiger Konsistenz des Knochenzements rechtzeitig eingebracht werden kann. Hierzu wird der Pfannenhalter nach JENDROSCH benutzt, mit dem die Kunststoffpfanne bis zum Abbinden des Zements angedrückt und sicher in Position gehalten werden kann. Eine horizontal stehende und nach cranial weisende Markierungskerbe zeigt die richtige Lage der PfannenausmULDung unter der Psoassehne an. Hervorquellendes Palacos wird vor Abhärten mit einem Skalpell abgeschnitten. Nach Implantation der Pfanne und Aufbohren des Femurs wird der passende Kopfteil zunächst probeweise ohne Zement eingebracht und nach vorläufiger Reposition einem Luxationstest unterzogen. Ist die regelrechte Position von Pfanne und Kopfteil gegeben, wird Palacos in das Femurcavum eingebracht, welches gleichzeitig mit einer Redon-Drainage abgesaugt wird. Nach endgültiger Reposition des Kopfteils und abschließender Inspektion der Gelenkhöhle werden die beiden durch das Trochantermassiv gelegten Kunststoffäden durch vier Bohrlöcher in der zurückverlagerten Trochanterlamelle nach außen geführt und unter Anpressung der Knochenlamelle zunächst einzeln verknotet. Der caudale Faden wird als gekreuzte Zuggurtungsnaht durch den sehnigen Anteil des Musculus glutaеus medius und den oberen Anteil des Septum intermusculare geführt und verknotet; der craniale Faden kann als Sicherungsnaht in gleicher Weise gelegt werden. Während der gesamten Operation wird sorgfältig mit einer einprozentigen Dicloxocillin-Kochsalzlösung gespült; insbesondere wird darauf

geachtet, daß Knochenmehl und -fragmente aus den periartikulären Geweben fortgeschwemmt werden. Wir haben den Eindruck, daß sich die Häufigkeit der periartikulären Ossifikationen nach Einführen eines suffizienteren Spülsystems (Irrigator statt Infusionsflasche) verringert hat. Die Fasziennaht erfolgt über einer subfaszial eingebrachten Redon-Drainage. Eine zweite Redon-Drainage wird subcutan gelegt. Subcutannähte und Hautnähte werden in üblicher Weise durchgeführt. Der Verband erfolgt über einem Sprühverband mit sterilen Kompressen; diese werden mit einer selbstklebenden Wundgaze überdeckt und fixiert. Die Redon-Drainagen werden unter Sog gestellt. Die subfasziale Redon-Drainage wird für 48 Stunden, die epifasziale für 24 Stunden belassen. Das Bein wird zwischen bezogenen Sandsäcken gelagert; von der Benutzung einer BRAUN'schen Schiene sind wir abgegangen, da sich besonders bei korpulenten Patienten zu häufig Druckstellen ergaben. Zwischen die Unterschenkel wird ein Kunststoffkeil gelegt, der die Beine in leichter Abduktionsstellung hält. Es soll hierdurch insbesondere erreicht werden, daß die Fixation der Trochanterlamelle nicht zu früh belastet wird.

6. Eigene Ergebnisse.

6.1. Methodik.

Die vorliegende Untersuchung über die Ergebnisse von 344 alloplastischen Hüftgelenkoperationen an 301 Patienten - durchgeführt in der Zeit von 1970 bis 1976 - stützt sich

- a) auf die Durchsicht der Krankenblätter,
- b) auf die Auswertung von 207 Fragebögen und
- c) auf die Nachuntersuchung von 162 Patienten, 12 bis 80 Monate post operationem. In 47 Fällen konnte zusätzlich eine Röntgenuntersuchung durchgeführt werden.

Anhand der Krankenblätter wurden zunächst die Alters- und Geschlechtsverteilung, die Seitenverteilung der Operationen und die durchschnittliche stationäre Verweildauer festgestellt. Weiterer Aufschluß wurde gewonnen über die präoperativ festgestellten Nebenerkrankungen und Vorerkrankungen sowie über frühere operative Eingriffe am Hüftgelenk. Schließlich wurden die Operationsindikationen und aufgetretene Komplikationen ermittelt.

Mit einer Fragebogenaktion wurde untersucht, wie der einzelne Patient das Ergebnis und den Erfolg der an ihm durchgeführten Operation beurteilt. Der Fragebogen umfaßt die 3 Themengruppen "Schmerz", "Gang" und "Allgemeine Beweglichkeit". Bezüglich etwa noch vorhandener Schmerzen wurde nach Intensität, Dauer und etwaiger Einnahme von Analgetica gefragt. Außerdem wurde ein Vergleich mit dem präoperativen Zustand verlangt. Zum Fragenkomplex "Gang" sollte Aufschluß gegeben werden über die Dauer des Gehvermögens, die etwaige Benutzung von Hilfsmitteln wie Gehstock oder Unterarmstütze und über die Fähigkeit, Treppen zu steigen. Die dritte Themengruppe enthält Fragen bezüglich allgemeiner Aktivitäten und zur Beweglichkeit bei den Verrichtungen des täglichen Lebens. Abschließend wurde

nach vielleicht erforderlich gewordenen Revisionsoperationen, etwaigen anderweitigen Behinderungen und nach dem subjektiven Urteil über den Erfolg der Operation gefragt. Außerdem wurden alle Patienten mit diesem Fragebogen zu einer Nachuntersuchung eingeladen.

Die Auswertung der zurückerhaltenen Fragebögen erfolgte durch eine Auflistung der Antworten nach Häufigkeit und prozentualer Verteilung sowie durch eine zusammenfassende Bewertung zu den genannten Themengruppen. Die Patientenuurteile über den Operationserfolg werden später den Untersuchungsergebnissen gegenübergestellt.

Alle Patienten, die sich im Fragebogen bereit erklärt hatten, wurden zu einer Nachuntersuchung einbestellt. Diese Untersuchung umfaßte die Inspektion und Palpation des Narbenbereiches, eine Kontrolle des Muskelapparates der betroffenen Hüfte, Umfangs- und Längenmessungen an den unteren Extremitäten, Beweglichkeitsmessungen an Hüft- und Kniegelenken nach der Neutral-0-Methode, Ausschluß von Paresen und Sensibilitätsstörungen am Bein der operierten Seite, eine Betrachtung des Gangbildes und, wo erforderlich, eine orientierende klinische Allgemeinuntersuchung. Jede Untersuchung wurde mit einem kurzen Gespräch abgeschlossen, in welchem zu den Themengruppen des Fragebogens nähere Auskünfte eingeholt und Fragen zu etwaiger Berufstätigkeit und zu den alltäglichen Aktivitäten gestellt wurden.

In den Fällen, in denen zusätzlich eine Röntgenuntersuchung möglich war, erfolgte die Beurteilung unter den Gesichtspunkten "Zustand und Sitz der Endoprothese", Zeichen für Infektion oder Lockerung", Ausbildung periartikulärer Verknochnerungen" und "Sitz des Trochanter major bzw. der abgeschlagenen Trochanterlamelle". Die erhobenen Befunde wurden zahlenmäßig aufgelistet.

Aufgrund der Befunderhebung an den benachbarten Gelenken, des allgemeinen klinischen Eindrucks und gezielter anamnestischer Befragung wurden die nachuntersuchten Patienten in die 3 Gruppen A, B und C eingeteilt, derart, daß der Gruppe A alle Patienten zugeordnet wurden, die weder durch zusätzliche Behinderungen an den benachbarten Gelenken noch durch anderweitige krankhafte Zustände eingeschränkt waren, der Gruppe B alle, die eine leichte bis mäßige Behinderung aufwiesen und der Gruppe C die Patienten, die schwer behindert erschienen.

Die Auswertung der Befund- und Anamneseerhebung umfaßt zunächst eine Darstellung und zahlenmäßige Erfassung der Befunde an Narbe und Muskelapparat, der neurologischen Befunde, etwa festgestellter Beinlängendifferenzen und der röntgenologischen Befunde. Durch ein Bewertungssystem, in welchem die Angaben über Schmerzen, die festgestellte Beweglichkeit im betroffenen Hüftgelenk, die allgemeine Aktivität und das subjektive Urteil des Patienten durch je einen Zahlenindex von Minuspunkten erfaßt und durch Addition in einen Bewertungsmaßstab eingeordnet wurden, gelangten wir zu einem zusammenfassenden Urteil über den Operationserfolg in jedem einzelnen Fall.

Für die Beurteilung und Erfassung etwa geklagter Schmerzen benutzten wir folgenden "Schmerzindex".

<u>Punkte</u>	<u>Kriterien</u>
---------------	------------------

- | | |
|---|--|
| 0 | keine oder höchstens gelegentlich geringe Schmerzen;
keine Einnahme von Analgetica; Beweglichkeit und
Belastung schmerzfrei; |
| 2 | gelegentlich mäßige, erträgliche Schmerzen, aber geringer
als präoperativ; keine oder nur seltene Einnahme von Anal-
getica; Beweglichkeit und Belastung im wesentlichen
schmerzfrei. |

Punkte Kriterien

- | | |
|---|---|
| 4 | zeitweise starke Schmerzen, geringer höchstens gleich stark wie präoperativ; oft, nicht regelmäßig, Einnahme von Analgetica; Bewegungen und Belastung höchstens mäßig schmerzhaft und nicht wesentlich eingeschränkt; |
| 6 | andauernd starke Schmerzen, gleich stark bis stärker als präoperativ; regelmäßige Einnahme von Analgetica; Bewegungen und Belastung schmerzhaft eingeschränkt; ggf. Stauchungs- und Rotationsschmerz. |

Ein "Motilitätsindex" wurde aus dem Untersuchungsschema nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY abgeleitet und sieht die Vergabe von Minuspunkten nach folgendem Modus vor.

Punkte Gesamtbeweglichkeit ermittelt aus der Addition aller festgestellten Bewegungsmaße der im Hüftgelenk möglichen Ebenen

- | | |
|---|-------------|
| 0 | 210° - 260° |
| 1 | 160° - 210° |
| 2 | 100° - 160° |
| 3 | 60° - 100° |
| 4 | 30° - 60° |
| 5 | 0° - 30° |

Die allgemeine Beweglichkeit und Aktivität wurde eingestuft nach dem "Aktivitätsindex nach SHEPHERD".

Punkte Kriterien

- | | |
|---|---------------------------------|
| 0 | Gang ohne hinken |
| 1 | Gang mit Hinken |
| 0 | Gehen im Freien ohne Hilfe |
| 1 | Gehen im Freien mit einem Stock |
| 2 | Gehen im Freien mit 2 Stöcken |
| 4 | Gehen im Freien mit 2 Krücken |

<u>Punkte</u>	<u>Kriterien</u>
0	Gehdistanz über 1000 m
2	Gehdistanz bis 500 m
3	Gehdistanz bis 100 m
4	Gehen unmöglich
10	vollständige Bettlägerigkeit
0	Anziehen von Schuhen und Strümpfen ohne Schwierigkeiten
1	Anziehen von Schuhen und Strümpfen mit Schwierigkeiten
2	Anziehen von Schuhen und Strümpfen unmöglich
0	Treppensteigen unbehindert
1	Treppensteigen mit Schwierigkeiten
3	Treppensteigen unmöglich
0	Badbenutzung unbehindert
1	Badbenutzung mit Schwierigkeiten
3	Badbenutzung unmöglich
0	schwere körperliche Arbeit möglich
1	mäßige körperliche Arbeit (etwa 25 % eingeschränkt) möglich
2	leichte Arbeit (etwa 50 % eingeschränkt) möglich
3	geringe körperliche Arbeit möglich
4	keine körperliche Arbeit möglich.

Da die meisten der bei uns operierten und nachuntersuchten Patienten bereits im Rentenalter waren, mußte sich die Beurteilung der Arbeitsfähigkeit nach anderen Kriterien als denen des tatsächlichen Arbeitseinsatzes im Berufsleben richten. Wir haben daher nach Umfang und Maß etwa geleisteter Hausarbeit, nach Tätigkeiten wie Gartenarbeit u.ä. sowie nach sonstigen regelmäßigen körperlich anstrengenden Aktivitäten im täglichen Leben gefragt und aus den Angaben hierüber die Einschätzung vorgenommen.

Schließlich wurde das subjektive Urteil der Patienten, welches ja schon im Fragebogen verlangt wurde, nach folgendem Punktesystem schematisiert.

<u>Punkte</u>	<u>Subjektives Patientenurteil</u>
0	ohne Einschränkung zufriedenstellendes Ergebnis
2	mit Einschränkung zufriedenstellendes Ergebnis
3	nicht zufriedenstellendes Ergebnis

Durch Addition der Minuspunkte, die sich durch die Auswertung von Schmerz-, Motilitäts- und Aktivitätsindex sowie aus der subjektiven Beurteilung ergaben, erhielten wir für jeden einzelnen Fall eine bestimmte Anzahl von Minuspunkten, die wir in folgendes Bewertungsschema einordneten.

<u>Punkte</u>	<u>Zusammengefaßtes Urteil</u>
0 - 6	zufriedenstellend
7 - 12	mit Einschränkung zufriedenstellend
über 12	nicht zufriedenstellend

Diese Bewertung, die wir im folgenden "zusammengefaßtes Urteil" nennen, wurde in ihrer zahlenmäßigen und prozentualen Verteilung aufgelistet; außerdem wurde eine Zuordnung zu den oben beschriebenen Kategorien A, B und C vorgenommen. Schließlich erfolgte eine getrennte Darstellung der Ergebnisse der Patienten, die mit einem alloplastischen Ersatz beider Hüftgelenke versorgt worden waren.

Um einen Vergleich und eine Kontrolle des dargestellten Beurteilungsmodus zu ermöglichen, wandten wir ein zweites, gesondertes Bewertungsschema auf alle von uns nachuntersuchten Fälle an, in welchem die subjektive Beurteilung durch den Patienten nicht enthalten ist.

es handelt sich um das Untersuchungsschema von MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY, wie es im folgenden dargestellt ist. In diesem System werden Pluspunkte vergeben.

<u>Punkte</u>	<u>Schmerz</u>	<u>Gang</u>	<u>Gesambeweglich- keitsausmaß</u>
1	heftig, spontan	bettlägerig, oder nur wenige Meter	0 - 30°
2	heftig bei Gehver- such, verhindert jede Aktivität	Dauer und Strecke sehr begrenzt bis 15 Minuten	30 - 60°
3	zu ertragen, be- grenzte Aktivität	Dauer und Strecke begrenzt bis 45 Minuten	60 - 100°
4	nur nach Bewegung, schwindet in Ruhe	Gangstrecke be- grenzt bis 90 Minuten	100 - 160°
5	leicht wechselnd zu Anfang des Gehens, weniger bei nor- maler Aktivität	Gangleistung noch eingeschränkt	160 - 210°
6	keine Schmerzen	normal	210 - 260°

Die Ergebnisse dieses Untersuchungsschemas wurden in Zahlen und prozentual dargestellt und ebenfalls den Kategorien A, B und C zugeordnet. Auch hier wurden die Ergebnisse bei den beidseitig operierten Patienten gesondert aufgezeigt.

Um ein Gesamturteil aus dem Untersuchungsschema nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY zu erhalten, addierten wir die jeweils ermittelten Punkte der Gruppen "Schmerz", "Motilität" und "Gang" und gelangten so in jedem einzelnen Fall zu einer bestimmten Summe von Pluspunkten bis maximal 18. Die erreichte Punktezahl ordneten wir in folgenden Bewertungsmaßstab ein.

<u>Punkte</u>	<u>Urteil</u>
15 - 18	zufriedenstellend
12 - 14	mit Einschränkung zufriedenstellend
0 - 11	nicht zufriedenstellend

Wir erhielten somit für jeden nachuntersuchten Patienten drei Bewertungen, das subjektive Urteil, das aus Schmerz-, Motilitäts- und Aktivitätsindex sowie dem Patientenurteil zusammengefaßte Urteil und das aus dem Schema von MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY abgeleitete Urteil.

Alle drei Bewertungen wurden insgesamt, nach den Kategorien A, B und C differenziert und, für beidseitig operierte Patienten gesondert, einander gegenübergestellt und verglichen.

6.2. Auswertung der Krankenblätter.

6.2.1. Alters-, Geschlechts- und Seitenverteilung.

In den Jahren von 1970 bis 1976 wurden 301 Patienten einer endoprothetischen Versorgung des Hüftgelenkes unterzogen. In 256 Fällen erfolgte der Eingriff einseitig, in 43 Fällen beidseitig. In allen Fällen wurde die Hüftgelenkstotalendoprothese des Modells St. Georg nach BUCHHOLZ verwendet; in zwei Fällen kam nach Schenkelhalsfraktur nur der Kopiteil zur Anwendung. Drei Patienten sind postoperativ verstorben. Bei zwei Patienten wurde im Jahre 1977 ein Prothesenwechsel erforderlich, so daß sie für diese Nachuntersuchung, die sich nur auf mindestens 12 Monate alte Fälle bezieht, nicht in Frage kamen. Fragebögen wurden an insgesamt 296 Patienten verschickt. In 207 Fällen erhielten wir Antwort. 162 Patienten konnten schließlich nachuntersucht werden, das entspricht 53,8 % des gesamten Patientengutes.

Die Durchsicht der Krankenblätter erbrachte folgende Alters-, Geschlechts- und Seitenverteilung.

<u>Alter</u>	<u>Anzahl der Patienten</u>	<u>prozentualer Anteil</u>
20 - 30 Jahre	3	0,9 %
31 - 40 Jahre	5	1,5 %
41 - 50 Jahre	21	6,1 %
51 - 60 Jahre	85	24,7 %
61 - 70 Jahre	162	47,1 %
71 - 80 Jahre	63	18,2 %
81 - 90 Jahre	5	1,5 %

Geschlechtsverteilung

männlich:	115	entsprechend	38,2 %
weiblich:	186	entsprechend	61,8 %

Seitenverteilung

rechte Hüfte:	150	entsprechend	49,8 %
linke Hüfte:	108	entsprechend	35,9 %
beide Hüften:	43	entsprechend	14,4 %

Wie ersichtlich war annähernd die Hälfte der Patienten zwischen 61 und 70 Jahren alt. Die Grafik (I) zeigt, daß die Altersverteilung im wesentlichen der GAUS'schen Verteilungskurve entspricht.

Bei der Geschlechtsverteilung überwiegen die Frauen eindeutig. Da Frauen aus bekannten anatomischen und hormonellen Gründen häufiger Schenkelhalsfrakturen erleiden als Männer, ist das Überwiegen des weiblichen Geschlechtes in diesem Indikationsbereich erklärlich. Andererseits nehmen frische Schenkelhalsfrakturen und posttraumatische Coxarthrosen nur knapp 14 % der von uns gestellten Opera-

tionsindikationen ein, so daß dieser Faktor allein keine ausreichende Begründung ist.

bei der Seitenverteilung ist die rechte Hüft bevorzugt; bezogen auf die 258 einseitig durchgeführten Eingriffe liegt das rechte Hüftgelenk bei 58 %.

6.2.2. Stationäre Verweildauer.

Die Gesamtverweildauer in der stationären Behandlung lag bei 70 % der Patienten zwischen 25 und 60 Tagen. Die präoperative Zeit betrug in knapp der Hälfte unter 10 Tagen, bei weiteren 38 % zwischen 11 und 20 Tagen. 84 % aller Patienten verließen die stationäre Behandlung spätestens 50 Tage nach der Operation. Genauere Auskunft über die Verteilung der Gesamt-, präoperativen und postoperativen Verweildauer gibt die Grafik (II).

6.2.3. Nebenerkrankungen und Vorerkrankungen.

Folgende Nebenerkrankungen bzw. Vorerkrankungen wurden präoperativ bei unseren Patienten festgestellt.

<u>befund bzw. Vorerkrankung</u>	<u>Häufigkeit (%)</u>
degenerative Veränderungen an der Lendenwirbelsäule	122 (40,5 %)
Gonarthrose	54 (17,9 %)
Zustand nach Kniegelenks-totalendoprothese	1 (0,3 %)
Zustand nach Knie-Schlittenprothese	2 (0,7 %)

posttraumatische Versteifung des Sprunggelenkes	4	(1,3 %)
Zustand nach Poliomyelitis mit Deformierung, Verkürzung und Verschmälerung eines Beines	2	(0,7 %)
Osteoporose	33	(11,0 %)
primär chronische Polyarthrit	2	(0,7 %)
Polyneuritis mit Peroneus- parese beiderseits	1	(0,3 %)
Gicht	1	(0,3 %)
Unterschenkelfraktur	1	(0,3 %)
distale Radiusfraktur	1	(0,3 %)
Kieferfraktur	1	(0,3 %)
subdurales Hämatom	1	(0,3 %)
Myocard- bzw. Coronarinsuffizienz	50	(16,6 %)
arterielle Hypertonie	31	(10,3 %)
Zustand nach Apoplex	2	(0,7 %)
Stenose der Arteria subclavia	1	(0,3 %)
Varicosis der unteren Extremitäten	23	(7,6 %)
Lungenemphysem	45	(15,0 %)
Asthma bronchiale	3	(1,0 %)
Zustand nach Lobektomie	1	(0,3 %)
Zustand nach Thorakoplastik	1	(0,3 %)
Silikose	1	(0,3 %)
Zustand nach Nephrektomie	2	(0,7 %)
chronische Pyelonephritis mit teil- weiser Niereninsuffizienz	4	(1,3 %)
Zystenniere	1	(0,3 %)
Ulcus ventriculi sive duodeni	4	(1,3 %)
Zustand nach Billroth II	2	(0,7 %)
Sigmadivertikulose	2	(0,7 %)
Leistenhernie	2	(0,7 %)

Adipositas permagna	22	(7,3 %)
manifester Diabetes mellitus	29	(9,6 %)
Hepatopathien	8	(2,7 %)
Schizophrenie	1	(0,3 %)

Befunde am gegenseitigen Hüftgelenk:

schwere Coxarthrose	65	(21,6 %)
mittelschwere Coxarthrose	49	(16,3 %)
leichte Coxarthrose	50	(16,6 %)
Hüftgelenksdysplasie	8	(2,7 %)
hypoplastische Beckenhälfte nach Poliomyelitis	2	(0,7 %)
Zustand nach Umstellungsosteotomie	2	(0,7 %)
Arthrodesen nach Coxitis	1	(0,3 %)
Kopfendoprothese nach Fraktur	1	(0,3 %)
Totalendoprothese wegen Coxarthrose	2	(0,7 %)

In 50 Fällen waren an dem durch uns zu versorgenden Hüftgelenk Voroperationen durchgeführt worden. Die wichtigen werden im folgenden aufgeführt.

<u>Operation</u>	<u>Zahl der Fälle (%)</u>
Voss'sche Hängehüfte	10 (3,3 %)
Umstellungsosteotomie	4 (1,3 %)
Arthrodesen	1 (0,3 %)
auswärts durchgeführte Total- endoprothesen	3 (1,0 %)
davon 1 Modell nach THACKRAY	
1 Modell nach CHARNLEY	
1 nicht näher bekanntes Modell	
durch uns erfolgte Total- endoprothesen	5 (1,7 %)

Frakturendoprothese nach WEBER	1	(0,3 %)
Kopfendoprothese	1	(0,3 %)
Schenkelhalsnagelung	14	(4,7 %)
Trochanterplatte	3	(1,0 %)
Pfannendachverschraubung	1	(0,3 %)
Zustand nach Oberschenkelverplattung	1	(0,3 %)

6.2.4. Indikationen zur Totalendoprothese.

Folgende Indikationen waren Anlaß zu alloarthroplastischer Versorgung eines oder beider Hüftgelenke. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Zahl der durchgeführten Eingriffe (344).

<u>Indikation</u>	<u>Zahl der Fälle (%)</u>	
primäre Coxarthrose	257	(74,7 %)
Coxarthrose nach Morbus Perthes	2	(0,6 %)
Coxarthrose bei coxa valga	4	(1,2 %)
Ankylose nach tuberkulöser Coxitis	1	(0,3 %)
idiopathische Hüftkopfnekrose	1	(0,3 %)
Hüftdysplasie	21	(6,1 %)
frische Schenkelhalsfraktur	29	(8,4 %)
Pseudarthrose nach Fraktur	1	(0,3 %)
posttraumatische Coxarthrose	18	(5,2 %)
Prothesenwechsel	10	(2,9 %)

Anlässe für Prothesenwechsel:

Prothesenbruch	2	davon eigene 2
Lockerung	3	davon eigene 2
Infektion	2	davon eigene 1
Fremdkörperreaktion	1	davon eigene 0
Pfannendachwanderung nach Kopfprothese	1	davon eigene 0
Luxation	1	davon eigene 0

6.2.5. Komplikationen.

Bis auf eine Verbrennung II. Grades am Gesäß durch eine defekte Thermokauterplatte wurden intraoperative Komplikationen bei unserem Krankengut nicht gesehen. Insbesondere wurden anästhesistischerseits keine oder nur unwesentliche Veränderungen von Blutdruck oder Pulsfrequenz nach Einbringen von Palacos beobachtet. Dies mag, neben den Vorsichtsmaßnahmen, die beim Einbringen des Knochenzementes ohnehin beachtet werden sollen, auch davon abhängen, daß Totalendoprothesen bei uns ausschließlich unter Neuroleptanästhesie operiert wurden. Diese Erfahrung würde im Einklang stehen mit den Ergebnissen von FEARN, BURBIDGE und BENTLEY (1972), die Halothan- und Neuroleptanästhesie einander gegenüberstellten und bei der Neuroleptanästhesie geringere Blutdruckabfälle beobachteten. Es folgt eine Übersicht über die Art und Häufigkeit der beobachteten Komplikationen.

<u>Art der Komplikation</u>	<u>Häufigkeit (‰)</u>
Komplikationen mit letalem Ausgang	3 (0,9 ‰)
davon 1 Lungenembolie	
1 Nierenversagen	
1 Herz-Kreislaufversagen	

Zu den Komplikationen mit tödlichem Ausgang ist erläuternd zu bemerken, daß es sich hierbei in zwei Fällen um alte Patientinnen mit bekanntem hohem Operationsrisiko handelte, die wegen einer Schenkelhalsfraktur mit einer Kopfprothese versorgt worden waren. Der letale Ausgang wäre nach menschlichem Ermessen auch ohne den operativen Eingriff nicht abzuwenden gewesen. Nur im Falle der Lungenembolie war das Ereignis unvorhergesehen und überraschend.

<u>lokale Komplikationen</u>	<u>Häufigkeit (%)</u>
Sekundärheilung	3 (0,9 %)
subfasciales Hämatom	1 (0,3 %)
epifasciales Hämatom	1 (0,3 %)
Frühinfektion	1 (0,3 %)
Spätinfektion	1 (0,3 %)
Prothesenlockerung	2 (0,6 %)
Prothesenschaftbruch	2 (0,6 %)
Luxation	1 (0,3 %)
Dislokation der abgeschlagenen Trochanterlamelle	92 (26,7 %)
Becken- bzw. Oberschenkelthrombose auf der operierten Seite	2 (0,6 %)
Neurologische Störungen:	
teilweise Parese des Nervus femoralis	1 (0,3 %)
passagere Peronäusparese	2 (0,6 %)
Peronäusparese mit leichter Fußheberschwäche	1 (0,3 %)
komplette Peronäusparese	1 (0,3 %)
Allgemeine Komplikationen:	
Lungeninfarkt	2 (0,6 %)
intestinale Blutung	3 (1,0 %)
Diabetes-Entgleisung	1 (0,3 %)
cholangitische Hepatitis	1 (0,3 %)
hämolytischer Ikterus	1 (0,3 %)
Pneumonie	4 (1,2 %)
Harnwegsinfekt	11 (3,2 %)
Dekubitus	10 (2,9 %)

Eine Patientin, bei der wir etwa 12 Monate post operationem eine tiefe Infektion der Endoprothese feststellten, verstarb aus anderweitigen Gründen vor einem Revisionseingriff. Eine Patientin mit einer Frühinfektion wurde 1977 einem Prothesenwechsel unterzogen; sie ist daher in der nachfolgenden Nachuntersuchung nicht vertreten. In beiden Infektionsfällen wurde als Erreger *Staphylococcus aureus haemolyticus* nachgewiesen.

Bei beiden Prothesenbrüchen handelte es sich um ein bestimmtes Prothesenmodell, welches einen besonders kleinen Winkel in der Krümmung des Schaftes aufweist. Hierdurch mag es besonders bei schwergewichtigen Patienten zu unphysiologischen Belastungsspitzen kommen, die eine Ermüdung des Materials bedingen. Materialfehler sind uns nicht bekannt geworden.

Was die eine bekannt gewordene Prothesenluxation anbetrifft, so wurde uns dieser Fall bekannt etwa ein Jahr post operationem, nachdem der Patient einen apoplektischen Insult erlitten hatte. Eine Revision war wegen des reduzierten Allgemeinzustandes des Patienten nicht möglich. Der Patient ist kurze Zeit später verstorben.

Bei den beiden Prothesenlockerungen handelte es sich einmal um eine Pfannenlockerung, im anderen Fall um eine Lockerung des Kopfteiles. Beide Patienten wurden einem Wechsel des Implantates unterzogen.

Bei den festgestellten Dislokationen des Trochanter major bzw. der abgeschlagenen Trochanterlamelle handelt es sich in den meisten Fällen um einen röntgenologischen Befund und weniger um eine echte Komplikation. Funktionelle Beeinträchtigungen wurden praktisch nicht beobachtet.

6.3. Ergebnisse der Fragebögen.

Fragebögen wurden an 296 Patienten verschickt. Antwort erhielten wir in 207 Fällen, das entspricht 69,9 %. In 16 Fällen waren die Patienten inzwischen verstorben, in 32 Fällen unbekannt verzogen; 39 Patienten antworteten nicht aus Gründen, die wir nicht kennen. Von 207 Patienten, die uns antworteten, waren 176 einseitig und 31 beidseitig operiert worden.

Zum Fragenkomplex "Schmerzen" wurden die folgenden Fragen gestellt; die Antworten sind mit Angabe der Häufigkeit und der prozentualen Verteilung darunter angeführt.

Haben Sie noch Schmerzen im operierten Hüftgelenk?

Antworten: keine Schmerzen	106	(51,2 %)
gelegentlich geringe Schmerzen	65	(31,4 %)
mäßige, erträgliche Schmerzen	19	(9,2 %)
zeitweise starke Schmerzen	15	(7,3 %)
andauernd starke Schmerzen	2	(0,9 %)

Wie sind die Schmerzen im operierten Hüftgelenk jetzt im Vergleich zu den Schmerzen vor der Operation?

Antworten: geringer als vorher	199	(96,1 %)
gleich stark	2	(0,9 %)
stärker als vorher	6	(3,0 %)

Nehmen Sie Schmerzmittel wegen Schmerzen im operierten Hüftgelenk ein:

Antworten: nein	172	(83,3 %)
selten	18	(8,7 %)
oft	7	(3,4 %)
regelmäßig	10	(4,9 %)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf das Gehvermögen der Patienten.

benutzen Sie innerhalb der Wohnung einen Gehstock oder eine Unterarmstütze?

Antworten: nein	188	(90,8 %)
ja	19	(9,2 %)

Wie gehen Sie normalerweise außerhalb des Hauses?

Antworten: ohne Stock	96	(46,4 %)
mit einem Gehstock	97	(46,8 %)
mit zwei Gehstöcken	2	(0,9 %)
mit einer Unterarmstütze	8	(3,9 %)
mit zwei Unterarmstützen	3	(1,5 %)
gehe nie außer Haus	1	(0,5 %)

Wie lange können Sie ohne wesentliche Beschwerden gehen?

Antworten: mehr als 1 1/2 Stunden	74	(35,6 %)
höchstens 1 1/2 Stunden	41	(19,8 %)
höchstens 1 Stunde	48	(23,2 %)
höchstens 1/2 Stunde	26	(12,6 %)
höchstens 15 Minuten	12	(5,8 %)
nur kurze Zeit in der Wohnung	3	(1,5 %)
Überhaupt nicht	3	(1,5 %)

Die allgemeine Beweglichkeit, die möglichen Aktivitäten und die Geschicklichkeit bei den alltäglichen Verrichtungen sind Gegenstand der folgenden Fragen.

Sind Sie durch Beschwerden im operierten Hüftgelenk an die Wohnung gebunden?

Antworten: nein	196	(94,6 %)
im großen und ganzen ja	10	(4,9 %)
uneingeschränkt ja	1	(0,5 %)

Wie können Sie sitzen?

Antworten: bequem auch in einem niedrigen Sessel und unbegrenzt lange	122	(59,0 %)
nur auf einer hohen Sitzgelegenheit und für begrenzte Zeit	75	(30,2 %)
überhaupt nicht bequem, egal auf welcher Sitzgelegenheit	10	(4,8 %)

Können Sie ohne fremde Hilfe Schuhe selbst an- und ausziehen?

Antworten: ja	133	(64,3 %)
nur mit Mühe	59	(28,5 %)
nein	15	(7,2 %)

Können Sie Dusche oder Bad ohne Hilfsperson benutzen?

Antworten: ja	156	(75,4 %)
nur mit Mühe	42	(20,3 %)
nein	9	(4,3 %)

Können Sie eine normale Toilette benutzen?

Antworten: ja	196	(94,7 %)
nur mit Mühe	11	(5,3 %)
nein	0	(0 %)

Treiben Sie seit Ihrer Hüftgelenkoperation Sport?

Antworten: regelmäßig	36	(17,4 %)
gelegentlich	28	(13,5 %)
selten	16	(8,7 %)
nie	125	(60,4 %)

Fahren Sie seit Ihrer Hüftgelenkoperation selbst ein Fahrzeug?

Antworten: Fahrrad	40	(23,2 %)
Auto	42	(20,3 %)
kein Fahrzeug	124	(60,0 %)

Sind Sie in der Lage, öffentliche Verkehrsmittel zu benutzen?

Antworten: ja, auch ohne Hilfs-	159	(76,8 %)
person		
nur mit Hilfsperson	41	(19,8 %)
nein	7	(3,4 %)

Sind Sie seit Ihrer Hüftgelenksoperation wieder berufstätig oder versorgen Sie selbständig einen Haushalt?

Antworten: ja	87	(47,3 %)
teilweise	49	(23,7 %)
nein	60	(29,0 %)

Ob uns bis dato unbekannt gebliebene Revisionsoperationen durchgeführt wurden, und ob sich die Patienten durch anderweitige Leiden behindert fühlten, sollte durch Beantwortung folgender Fragen geklärt werden.

Sind Sie an dem bei uns operierten Hüftgelenk später noch einmal operiert worden?

Antworten: nein	206	(99,7 %)
ja	1	(0,3 %)

Sind Sie durch Beschwerden im nicht operierten Hüftgelenk oder in den Kniegelenken behindert?

Antworten: nein	116	(56,1 %)
gering	51	(24,6 %)
erheblich	40	(19,3 %)

Sind Sie durch andere Leiden behindert?

Antworten: nein	107	(51,7 %)
gering	47	(22,7 %)
erheblich	53	(25,6 %)

Um eine subjektive Beurteilung des Operationserfolges durch den Patienten zu erhalten, stellten wir abschließend folgende Frage.

Wie beurteilen Sie das Ergebnis der bei uns durchgeführten Hüftgelenksoperation?

Antworten: uneingeschränkt zufriedenstellend	146	(70,5 %)
mit Einschränkungen zufriedenstellend	54	(26,1 %)
nicht zufriedenstellend	7	(3,4 %)

Patienten, die an beiden Hüftgelenken alloarthroplastisch versorgt worden waren, wurden zusätzlich folgendermaßen befragt.

haben Sie noch Schmerzen in dem zuletzt operierten Hüftgelenk?

Antworten: keine Schmerzen	15
gelegentlich geringe Schmerzen	12
mäßige erträgliche Schmerzen	3
zeitweise starke Schmerzen	1
andauernd starke Schmerzen	0

Wie sind die Schmerzen in dem zuletzt operierten Hüftgelenk im Vergleich zu den Schmerzen vor der Operation im gleichen Hüftgelenk?

Antworten: geringer als vorher	31
gleich stark	0
stärker als vorher	0

Hat sich Ihre Gehfähigkeit und allgemeine Beweglichkeit nach der zuletzt durchgeführten Operation weiter gebessert?

Antworten: deutlich gebessert	26
etwas gebessert	4
nicht gebessert	1
verschlechtert	0

Wie beurteilen Sie das Ergebnis der zuletzt durchgeführten Hüftgelenksoperation?

Antworten: uneingeschränkt zufriedenstellend	22
mit Einschränkungen zufriedenstellend	9
nicht zufriedenstellend	0

6.4. Ergebnisse der Nachuntersuchung.

Von den 207 Patienten, die unseren Fragebogen beantwortet hatten, konnten wir 162, das sind bezogen auf das gesamte Krankengut 54 % aller bei uns alloarthroplastisch versorgten Patienten, sehen. Von den Patienten, die uns geantwortet hatten, aber nicht untersucht wurden, haben 21 eine Nachuntersuchung abgelehnt, 17 wohnten zu weit entfernt, 7 sind aus unbekannten Gründen nicht zum vereinbarten Termin gekommen. Von den 162 nachuntersuchten Patienten waren 135 einseitig und 27 Patienten an beiden Hüftgelenken operiert worden. Über die Altersverteilung des nachuntersuchten Patientengutes gibt die Grafik (1) Aufschluß. Das Intervall zwischen Operation und Nachuntersuchung lag zwischen 12 und 80 Monaten.

6.4.1. Klinische Untersuchung:

Inspektion und Palpation der Narbe an der lateralen Fläche des Oberschenkels erbrachte in keinem Fall einen gravierenden pathologischen Befund. Rötung, Überwärmung oder Druckdolenz wurden nicht gefunden. In wenigen Fällen wurde über eine leichte Klopfempfindlichkeit im Trochanterbereich geklagt. Ausnahmsweise wurde Taubheitsgefühl in der Umgebung des Narbenbereiches angegeben.

Auffällig war in 65 Fällen, das entspricht 40 % der nachuntersuchten Patienten, eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Atrophie der Glutealmuskulatur. Bei diesen Patienten war auch das Gangbild in unterschiedlichem Maße gestört. In 5 Fällen wurde ein positives TRENDLENBURG'sches Zeichen auf der operierten Seite nachgewiesen. In einem Fall konnte die zusätzliche Röntgenuntersuchung einen nicht adaptierten Trochanter major als Ursache wahrscheinlich machen, bei 4 Patienten war der Grund die muskuläre Insuffizienz. 23 mal wurde zusätzlich eine Umfangsminderung des Oberschenkels gefunden, in weiteren 12 Fällen bestand eine Atrophie der Oberschenkelmuskulatur bei intakter Glutealmuskulatur. Kontrakturen im Bereich der Adduktorenmuskulatur waren bei 7 Patienten noch nachweisbar.

Die Umfangsmessungen am Oberschenkel waren mit Grundlage für die Beurteilung der Oberschenkelmuskulatur und sind oben ausgewertet worden. Die weiteren Umfangsmessungen erbrachten nur in wenigen Fällen Differenzen zwischen beiden Beinen, so in zwei Fällen mit Hypoplasie und Deformierung eines Beines infolge anderer Erkrankungen, sowie in einem Fall einer vollständigen Peronäusparese mit Verschmächtigung des gesamten betroffenen Beines. Längenmessungen an den unteren Extremitäten, ausgeführt zwischen Spina iliaca anterior superior und Malleolus lateralis, ergaben in 9 Fällen eine Verkürzung der operierten Seite um mehr als 2 cm, in 13 Fällen eine Verlängerung um mehr als 2 cm.

Beweglichkeitsmessungen des operierten Hüftgelenkes, ausgeführt nach der Neutral-0-Methode, sind in ihren Ergebnissen hier nicht im einzelnen dargestellt; die Meßwerte gehen in die nachfolgend aufgeführten Bewertungsschemata ein.

Die beweglichkeitsmessungen am gegenseitigen Hüftgelenk sowie an den Kniegelenken wurden mit zur Grundlage für die Einstufung der Patienten in die Kategorien A, B und C. Bewegungsschmerz im alloplastisch versorgten Gelenk wurde nur in 3 Fällen angegeben. Ein Stauchungsschmerz wurde nur einmal, und auch hier nicht eindeutig, ausgelöst.

Neurologische Auffälligkeiten ergaben sich nur in 4 Fällen. Zweimal wurden partielle Peronäusparesen mit leichter Fußheberschwäche gesehen, in einem Fall handelte es sich um eine komplette Peronäusparesen mit schwerer Beeinträchtigung des Gangbildes und ausgeprägter Atrophie des betroffenen Beines. Einmal wurden Sensibilitätsstörungen im Bereich des Nervus peroneus superficialis festgestellt.

6.4.2. Einstufung in die Gruppen A, B und C.

Um das Operationsergebnis unabhängiger vom Allgemeinzustand und etwaigen anderweitigen Behinderungen betrachten zu können, wurde jeder Patient einer der Kategorien A, B oder C zugeordnet, wie sie oben definiert sind. Von den 102 nachuntersuchten Patienten wurden

65	das sind	40,0 %	der Gruppe A,
72	entsprechend	44,5 %	der Gruppe B,
25	entsprechend	15,5 %	der Gruppe C

zugeordnet. bei den beidseitig operierten Patienten liegt die Verteilung auf die

Gruppe A	bei 16	= 59,3 %
Gruppe B	bei 10	= 37,0 %
Gruppe C	bei 1	= 3,7 %.

Siehe hierzu Grafik III.

Gründe für die Einstufung in die Gruppe B oder C sind in der folgenden Aufstellung in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit angegeben. Natürlich waren manche Patienten auch von mehreren der unten aufgeführten Behinderungen zugleich betroffen.

<u>Befund bzw. Erkrankung</u>	<u>Häufigkeit</u>
Coxarthrose der Gegenseite	56
degenerative Veränderungen an der Lendenwirbelsäule	36
Gonarthrose	28
schwere Adipositas	24
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	13
Varicosis der unteren Extremitäten	8
chronische Bronchitis	5
Zustand nach Apoplex	3
arterielle Durchblutungsstörungen	3
Zustand nach Poliomyelitis	2
Polyneuritis	2
Hüftdysplasie der Gegenseite	2
Ankylose des gegenseitigen Hüftgelenkes	1
Sprunggelenksversteifung nach Fraktur	1
Zustand nach Oberschenkelfraktur	1
Zustand nach Hüftluxationsfraktur	1
Zustand nach Schußbruch des Unterschenkels	1
rezidivierende Ulcera cruris	1
bekanntes Rectum-Carcinom	1
bekanntes Blasen-Carcinom	1
primär chronische Polyarthrit	1
Peroneusparesie mit Steppergang	1

6.4.3. Ergebnisse der Röntgenuntersuchungen.

47 Röntgenaufnahmen in je 2 Ebenen, 10 bis 80 Monate post operationem durchgeführt, lagen uns zur Befundung vor. Der Prothesensitz erwies sich in allen Fällen als regelrecht, Luxationen wurden nicht beobachtet. In 17 Fällen fanden wir periartikuläre Verknöcherungen, davon einmal erheblich ausgeprägt und ursächlich für Beschwerden, in 10 Fällen mittelstark ausgeprägt und in 6 Fällen nur wenig ausgeprägt. In 5 Fällen fanden sich Aufhellungszonen um den Prothesenstiel und die Pfannenkonvexität, davon waren 3 Fälle verdächtig auf Lockerung; der klinische Befund unterstützt den Verdacht jedoch nur in einem Fall. In 2 Fällen fanden wir einen Bruch des Prothesenstiels, und zwar im Bereich der Krümmung oder kurz darunter. Es handelte sich in beiden Fällen um das Modell der Endoprothese, welches eine besonders starke Krümmung des Schaftes aufweist. In beiden Fällen handelte es sich um Übergewichtige und außerordentlich agile Patienten.

6.4.4. Einordnung der Ergebnisse in die Bewertungsmaßstäbe.

6.4.4.1. Schmerzindex.

Der Einstufungsmodus in einen Schmerzindex ist oben beschrieben. Vier Gruppen von Kriterien wurden definiert. Die Bewertung erfolgte nach einem Minuspunkte-System

0 Punkte entfielen auf	144 Fälle, entsprechend	76,2 %
2 Punkte entfielen auf	37 Fälle, entsprechend	19,6 %
4 Punkte entfielen auf	7 Fälle, entsprechend	3,7 %
6 Punkte entfielen auf	1 Fall, entsprechend	0,5 %.

Die prozentuale Verteilung auf die Gruppen A, B und C war folgendermaßen.

Funkte	A	B	C	gesamt
0	81,5 %	73,2 %	69,2 %	(76,2 %)
2	17,3 %	23,2 %	15,4 %	(19,6 %)
4	1,2 %	3,6 %	11,5 %	(3,7 %)
6	0	0	3,9 %	(0,5 %)

Die Verteilung auf beidseitig operierte Fälle in Zahlen erbrachte folgendes Ergebnis.

Funkte	A	B	C	gesamt
0	25	17	2	44 (81,5 %)
2	7	3	-	10 (16,5 %)
4	-	-	-	-
6	-	-	-	-

Erläuternd ist zu bemerken, daß sich die oben genannten Zahlen und Prozentanteile auf 189 durchgeführte Operationen an 162 Patienten, von denen 27 beidseitig operiert wurden, beziehen.
Siehe hierzu auch die Grafik (IV).

6.4.4.2. Motilitätsindex.

Der Motilitätsindex, der auf der Grundlage der Gesamtbeweglichkeit im alloplastisch versorgten Hüftgelenk erstellt wurde, ist oben näher beschrieben. Die Einstufung erfolgte nach einem System von 0 bis 5 Minuspunkten.

Die Ergebnisse, bezogen auf das Gesamtkollektiv, sind folgende.

0 Punkte entfielen auf	101 Fälle, entsprechend	53,4 ‰
1 Punkt entfiel auf	66 Fälle, entsprechend	36,0 ‰
2 Punkte entfielen auf	18 Fälle, entsprechend	9,5 ‰
3 Punkte entfielen auf	2 Fälle, entsprechend	1,1 ‰
4 Punkte entfielen auf	0 Fälle	
5 Punkte entfielen auf	0 Fälle.	

Die prozentuale Verteilung auf die Gruppen A, B und C ist folgende.

Punkte	A	B	C	gesamt
0	70,4 ‰	42,7 ‰	34,6 ‰	(53,4 ‰)
1	24,7 ‰	42,7 ‰	50,0 ‰	(36,0 ‰)
2	4,9 ‰	13,4 ‰	11,5 ‰	(9,5 ‰)
3	-	1,2 ‰	3,9 ‰	(1,1 ‰)
4	-	-	-	(-)
5	-	-	-	(-)

Bei den beidseitig operierten Fällen ist die Verteilung in Zahlen folgende.

Punkte	A	B	C	gesamt
0	19	3	-	22 (40,7 ‰)
1	10	9	2	21 (38,9 ‰)
2	3	7	-	10 (18,5 ‰)
3	-	1	-	1 (1,9 ‰)
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-

Siehe hierzu auch Grafik (V).

6.4.4.3. Aktivitätsindex nach SHEPHERD.

Der Aktivitätsindex nach SHEPHERD, der wie oben beschrieben ebenfalls einem Minuspunktesystem folgt, erbringt folgende Befunde.

0 Punkte entfielen auf	22 Fälle, entsprechend	11,7 %
1 Punkt entfiel auf	9 Fälle, entsprechend	4,8 %
2 Punkte entfielen auf	24 Fälle, entsprechend	12,7 %
3 Punkte entfielen auf	30 Fälle, entsprechend	15,9 %
4 Punkte entfielen auf	22 Fälle, entsprechend	11,7 %
5 Punkte entfielen auf	28 Fälle, entsprechend	14,8 %
6 Punkte entfielen auf	15 Fälle, entsprechend	7,9 %
7 Punkte entfielen auf	10 Fälle, entsprechend	5,3 %
8 Punkte entfielen auf	14 Fälle, entsprechend	7,4 %
9 Punkte entfielen auf	8 Fälle, entsprechend	4,2 %
10 Punkte entfielen auf	3 Fälle, entsprechend	1,6 %
11 Punkte entfielen auf	1 Fall, entsprechend	0,5 %
12 Punkte entfielen auf	1 Fall, entsprechend	0,5 %
13 Punkte entfielen auf	0 Fälle	
14 Punkte entfielen auf	1 Fall, entsprechend	0,5 %
15 Punkte entfielen auf	0 Fälle	
16 Punkte entfielen auf	0 Fälle	
17 Punkte entfielen auf	0 Fälle	
18 Punkte entfielen auf	1 Fall, entsprechend	0,5 %.

Die prozentuale Verteilung auf die Gruppen A, B und C ergibt sich wiederum aus der folgenden Aufstellung.

Funkte	A	B	C	gesamt
0	19,8 %	7,3 %	-	(11,7 %)
1	9,9 %	1,2 %	-	(4,8 %)
2	19,6 %	9,8 %	-	(12,7 %)
3	17,3 %	19,5 %	-	(15,9 %)
4	7,4 %	17,1 %	7,7 %	(11,7 %)

Punkte	A	B	C	gesamt
5	13,6 ‰	12,2 ‰	26,8 ‰	(14,8 ‰)
6	4,9 ‰	9,8 ‰	11,5 ‰	(7,9 ‰)
7	2,4 ‰	4,9 ‰	15,4 ‰	(5,3 ‰)
8	4,9 ‰	8,5 ‰	11,5 ‰	(7,4 ‰)
9	-	6,1 ‰	11,5 ‰	(4,2 ‰)
10	-	2,4 ‰	3,9 ‰	(1,6 ‰)
11	-	1,2 ‰	-	(0,5 ‰)
12	-	-	3,9 ‰	(0,5 ‰)
13	-	-	-	(-)
14	-	-	3,9 ‰	(0,5 ‰)
15	-	-	-	(-)
16	-	-	-	(-)
17	-	-	-	(-)
18	-	-	3,9 ‰	(0,5 ‰)

Es folgen die Zahlenverhältnisse, berechnet nach dem Aktivitätsindex nach SHEPHERD, für beidseitig operierte Fälle.

Punkte	A	B	C	gesamt
0	2	1	-	3 (11,1 ‰)
1	1	-	-	1 (3,7 ‰)
2	1	1	-	2 (7,4 ‰)
3	3	1	-	4 (14,8 ‰)
4	1	1	-	2 (7,4 ‰)
5	3	1	1	5 (16,6 ‰)
6	1	1	-	2 (7,4 ‰)
7	2	1	-	3 (11,1 ‰)
8	2	-	-	2 (7,4 ‰)
9	-	2	-	2 (7,4 ‰)
10	-	1	-	1 (3,7 ‰)
11	-	-	-	-

Siehe hierzu auch Grafik (VI).

6.4.4.4. Subjektives Urteil.

Das subjektive Patientenurteil über das Operationsergebnis wurde bereits durch den Fragebogen erbeten. Es bestand die Wahl zwischen drei Möglichkeiten der Beurteilung. Das Ergebnis, ausgedrückt in dem zuvor beschriebenen Punktesystem, ist im folgenden wiedergegeben.

0 Punkte erhielten 106 Fälle, entsprechend 66,7 %
2 Punkte erhielten 49 Fälle, entsprechend 30,2 %
3 Punkte erhielten 5 Fälle, entsprechend 3,1 %.

Es zeigt sich, daß die Wahl zwischen dem Urteil "zufriedenstellend" und "mit Einschränkung zufriedenstellend" bei dem Kollektiv der nachuntersuchten Fälle etwas kritischer ausfällt als bei der Gesamtzahl derer, die den Fragebogen beantworteten. Die Einschätzung "nicht zufriedenstellend" zeigt dagegen keinen signifikanten Unterschied.

Es folgt die prozentuale Aufteilung der Urteile auf die Gruppen A, B und C.

Punkte	A	B	C	gesamt
0	72,3 %	66,7 %	52,0 %	(66,7 %)
2	26,2 %	31,9 %	36,0 %	(30,2 %)
3	1,5 %	1,4 %	12,0 %	(3,1 %)

Die beidseitig operierten Patienten, ebenfalls nach A, B und C aufgeteilt, gaben ihre Urteile folgendermaßen ab.

Punkte	A	B	C	gesamt
0	9	7	1	17 (63,0 %)
2	7	3	-	10 (37,0 %)
3	-	-	-	-

Siehe auch Grafik (IX).

o.4.4.5. Zusammengefaßtes Urteil.

Addiert man die oben aufgeführten Indexzahlen, so erhält man für jeden Patienten eine bestimmte Summe von Minuspunkten, die in das bereits beschriebene Bewertungssystem eingeordnet zu einem aus Schmerz-, Motilitäts- und Aktivitätsindex sowie dem subjektiven Patientenurteil zusammengefaßten Gesamturteil führen.

Im folgenden ist die Verteilung auf das Gesamtkollektiv in Zahlen und Prozenten aufgeführt; die prozentuale Verteilung bei der subjektiven Bewertung wird zum Vergleich daneben gestellt.

Urteil	Häufigkeit	(subj. Urteil)
zufriedenstellend	96 entsprechend 59,3 %	(66,7 %)
mit Einschränkung zufriedenstellend	54 entsprechend 33,3 %	(30,2 %)
nicht zufrieden- stellend	12 entsprechend 7,4 %	(3,1 %)

Es folgt die prozentuale Aufteilung auf die Gruppen A, B und C mit den Vergleichszahlen des Gesamtkollektivs.

Urteil	A	B	C	gesamt
zufrieden	60,0 %	56,9 %	12,0 %	(59,3 %)
mit Ein- schränkung zufrieden	18,5 %	36,9 %	56,0 %	(33,3 %)
nicht zufrieden	1,5 %	4,2 %	32,0 %	(7,4 %)

Bei den beidseitig operierten Patienten verteilte sich das zusammengefaßte Urteil wie folgt.

Urteil	A	B	C	gesamt
zufriedenstellend	10	4	1	15 (55,6 %)
mit Einschränkung zufriedenstellend	6	5	-	11 (40,7 %)
nicht zufriedenstellend	-	1	-	1 (3,7 %)

Siehe auch Grafik (X).

6.4.4.6. Bewertungsschema nach MERLE D'AUDIGNE, POSTEL und CHARNLEY.

Das Untersuchungsschema nach MERLE D'AUDIGNE, POSTEL und CHARNLEY bewertet die drei Qualitäten Schmerz, Motilität und Gang durch ein System von Kriterien, das die Einordnung in eine Bewertungsskala von 1 bis 6 Punkten ermöglicht. Die Kriterien und die zugeordneten Punktzahlen wurden oben im einzelnen beschrieben. Es folgt zunächst die absolute und prozentuale Verteilung der Einstufungen in das Bewertungssystem, gegliedert nach den Klassifikationen "Schmerz", "Motilität" und "Gang".

Punkte	Schmerz	Motilität	Gang
1	-	-	-
2	1 (0,6 %)	-	11 (6,8 %)
3	12 (7,4 %)	1 (0,6 %)	36 (22,2 %)
4	19 (11,7 %)	16 (11,1 %)	31 (19,2 %)
5	35 (21,6 %)	53 (32,7 %)	25 (15,4 %)
6	95 (58,7 %)	90 (55,6 %)	59 (36,4 %)

Das gleiche Schema, angewandt auf die beidseitig operierten Fälle, ergibt folgende Verteilung.

Punkte	Schmerz	Motilität	Gang
1	-	-	-
2	-	-	1 (3,7 %)
3	2 (7,4 %)	-	6 (22,2 %)
4	2 (7,4 %)	8 (29,6 %)	8 (29,6 %)
5	8 (29,6 %)	9 (33,4 %)	3 (11,1 %)
6	15 (55,6 %)	10 (37,0 %)	9 (33,4 %)

Teilt man die Gesamtzahl der Fälle wieder in die Kategorien A, B und C ein, so ergibt sich eine Verteilung folgendermaßen, zunächst bezogen auf das Gesamtkollektiv, anschließend auf die beidseitig operierten Fälle.

Schmerz- bewertung	A	B	C	gesamt
1	-	-	-	-
2	-	-	4,0 %	(0,6 %)
3	4,6 %	6,9 %	16,0 %	(7,4 %)
4	9,3 %	13,9 %	12,0 %	(11,7 %)
5	21,5 %	27,8 %	4,0 %	(21,6 %)
6	64,6 %	51,4 %	64,0 %	(58,7 %)

Siehe auch Grafik (VII).

Motilitäts- bewertung	A	B	C	gesamt
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	4,0 %	(0,6 %)
4	4,6 %	15,3 %	20,0 %	(11,1 %)
5	21,5 %	38,9 %	40,0 %	(32,7 %)
6	73,9 %	45,8 %	36,0 %	(55,6 %)

Gang- bewertung	A	B	C	gesamt
1	-	-	-	-
2	-	2,0 %	20,0 %	(0,0 %)
3	9,3 %	26,4 %	52,0 %	(22,2 %)
4	16,9 %	20,4 %	0,0 %	(19,2 %)
5	13,8 %	22,2 %	-	(15,4 %)
6	00,0 %	22,2 %	12,0 %	(30,4 %)

Siehe auch Grafik (VIII).

Verteilung bei den beiseitig operierten Fällen in Zahlen.

Schmerz- bewertung	A	B	C	gesamt
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	2	-	-	2 (7,4 %)
4	2	-	-	2 (7,4 %)
5	4	4	-	8 (29,6 %)
6	0	6	1	10 (35,0 %)

Siehe auch Grafik (VII).

Motilitäts- bewertung	A	B	C	gesamt
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	2	0	-	2 (29,6 %)
5	5	0	1	6 (30,4 %)
6	9	1	-	10 (37,0 %)

Gang- bewertung	A	B	C	gesamt
1	-	-	-	-
2	-	1	-	1 (3,7 %)
3	4	1	1	6 (22,2 %)
4	5	3	-	8 (29,6 %)
5	1	2	-	3 (11,1 %)
6	6	3	-	9 (33,4 %)

Siehe auch Grafik (VIII).

6.4.4.7. Urteil nach dem Schema von MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHANNLEY.

wie oben ausgeführt, gelangt man durch Addition der jeweiligen Indexzahlen für die Klassifikationen "Schmerz", "Motilität" und "Gang" für jeden einzelnen Fall zu einer Summe zwischen 0 und 10. Durch Einordnen in das ebenfalls beschriebene Bewertungssystem erhält man wiederum ein Urteil "zufriedenstellend", "mit Einschränkung zufriedenstellend" oder "nicht zufriedenstellend". Die ermittelten Ergebnisse sind im folgenden dargestellt und werden mit einer subjektiven Beurteilung und dem zusammengefaßten Urteil verglichen.

Urteil	subjektives Urteil	zusammen- gefaßtes Urteil	Urteil abgeleitet aus dem Schema nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHANNLEY
zufrieden- stellend	106 (66,7 %)	96 (59,3 %)	108 (66,7 %)
mit Ein- schränkung zufrieden- stellend	49 (30,2 %)	54 (33,3 %)	44 (27,2 %)
nicht zufriede- nstellend	5 (3,1 %)	12 (7,4 %)	10 (6,1 %)

Bei den beidseitig operierten Fällen ist die Verteilung in Zahlen wie folgt.

Urteil	subjektives Urteil	zusammengefaßtes Urteil	Urteil abgeleitet aus dem Schema nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und GRANLEY
zufriedenstellend	17 (63,0 %)	15 (55,6 %)	17 (63,0 %)
mit Einschränkung zufriedenstellend	10 (37,0 %)	11 (40,7 %)	9 (33,3 %)
nicht zufriedenstellend	-	1 (3,7 %)	1 (3,7 %)

Siehe auch Grafik (XII).

Differenziert nach den Gruppen A, B und C verteilt sich das Urteil nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und GRANLEY folgendermaßen, zunächst für das Gesamtkollektiv, dann für die beidseits operierten Patienten.

Urteil	A	B	C	gesamt
zufriedenstellend	57 (67,7 %)	45 (62,5 %)	6 (24,0 %)	108 (66,7 %)
m.b. zufriedenstellend	7 (10,6 %)	23 (31,9 %)	14 (56,0 %)	44 (27,2 %)
nicht zufriedenstellend	1 (1,5 %)	4 (5,6 %)	5 (20,0 %)	10 (6,1 %)

Beidseits operierte Fälle:

Urteil	A	B	C	gesamt
zufriedenstellend	11	6	-	17 (63,0 %)
m.b. zufriedenstellend	4	4	1	9 (33,3 %)
nicht zufriedenstellend	1	-	-	1 (3,7 %)

Siehe auch Grafik (XI).

7. Diskussion.

7.1. Zum Stand der Hüftendoprothesentechnik.

Nach vielen Versuchen und Mißerfolgen hat der gegenwärtige Stand der Technik der Hüftalloarthroplastik dazu geführt, daß die Behandlung von Hüftleiden durch Totalendoprothesen heute mit Erfolg durchführbar ist. In den heute verwendeten Metall-Legierungen und im Niederdruckpolyäthylen sind Prothesenwerkstoffe gefunden worden, welche die Erwartungen an die grob mechanische Belastbarkeit, also an Bruch- und Verformungsfestigkeit, annähernd erfüllen. Auch die Verschleißfestigkeit dieser Materialien scheint hinsichtlich der Gelenkfunktion ausreichend zu sein. Trotzdem sind Fremdkörperreaktionen auf Verschleißpartikel nachweisbar. Es scheint allerdings, daß der Organismus im Normalfalle in der Lage ist, die anfallenden Verschleißprodukte zu tolerieren. Im Falle zusätzlicher Störungen können dagegen Verschleißprodukte, besonders des Methylmetacrylats, eine zunehmende Insuffizienz des Prothesen-Knochen-Verbandes unterstützen und unterhalten. Bezüglich der Gelenkfunktion hat das Prinzip der "low friction arthroplasty" ein Optimum an Reibungsarmut bei gleichzeitiger Verschleißfestigkeit erreicht, wenngleich manche Autoren bei jüngeren Patienten Totalendoprothesen der Gleitpaarung Metall-Metall vorziehen, da sie von diesen eine sicherere Haltbarkeit auf jahrzehntelange Sicht erwarten. Die wesentlichste Problematik der Endoprothesentechnik liegt heute wohl noch in der Weise der Verankerung. Sicher hat es die Einführung von Polymethylmetacrylat als Knochenzement ermöglicht, daß die Hüftalloarthroplastik bereits Anwendungsmöglichkeiten gefunden hat; dennoch dürfte hier die schwächste Stelle des Systems liegen. Wie gezeigt wurde, handelt es sich ja auch bei dem Implantat-Zement-Knochen-Verband nur um eine mechanische Verankerung auf der Grundlage einer Oberflächenhaftung durch Formschlüssigkeit von Zement und Knochenlager. Dieser ist aber infolge der Materialinkongruenzen von Knochengewebe, Zement und Implantat relativ störanfällig.

Die biologischen Reaktionen, die auf das Vorhandensein eines Fremdkörpers an sich und auf die von diesem weitergeleiteten Druckkräfte zwangsläufig sind, konnten durch akzeptable Materialeigenschaften und durch optimale Formschlüssigkeit zwar minimiert, aber nicht beseitigt werden. So können Implantatlockerungen nur durch Ausschalten aller zusätzlichen Störfaktoren, wie sie im einzelnen aufgezeigt wurden, auf lange Sicht verhindert werden. Dennoch zeigt die überwiegende Zahl der Fälle, in denen eine Lockerung der Endoprothese ausbleibt, daß die Implantatverankerung am Hüftgelenk mittels Knochenzement ein gangbarer Weg ist. Andere Methoden der Prothesenverankerung sind noch nicht soweit erprobt, daß ein Vergleich mit der Anwendung von Knochenzement endgültig möglich wäre.

7.2. Zur Problematik der Indikation unter Berücksichtigung der Komplikationen.

Allgemein ist die Indikation zur Hüftalloarthroplastik gegeben, wenn eine schmerzhaft funktionseingeschränkte des betroffenen Gelenkes vorliegt, und wenn diese durch andere Maßnahmen auf angemessene Dauer nicht behoben werden kann, oder wenn solche Maßnahmen (z.B. eine Arthrodesis) im Einzelfall untolerierbare Funktionseinschränkungen mit sich bringen würden. Unbestritten ist die Indikation bei solchen Patienten, deren Lebenserwartung unter der Haltbarkeitserwartung der Implantate und ihrer Verankerung liegt und bei denen andere pathogene Einwirkungen seitens des Implantats, wie sie auf lange Sicht denkbar sind, nicht mehr zum Zuge kommen würden. Es werden daher Altersbegrenzungen nach unten zwischen dem 60. und 70. Lebensjahr angesetzt. Die eigentliche Problematik der Indikation zur Hüftendoprothese ergibt sich bei jüngeren Patienten. Dies liegt daran, daß einerseits Spätergebnisse nach jahrzehntelanger Prothesenimplantation noch nicht in ausreichendem Maße vor-

liegen, zum anderen, weil Spätkomplikationen, wie vor allem die Lockerung und die tiefe Infektion, auch Jahre nach zunächst erfolgreicher Implantation beobachtet werden und möglicherweise, besonders bezüglich der Lockerungsrate, im Laufe der Zeit eine zunehmende Tendenz haben. Es ist zudem zu berücksichtigen, daß bei der Prothesenimplantation ein Defektzustand geschaffen wird, der eine funktionell ausreichende Rekonstruktion nach notwendig gewordener Implantatentfernung kaum noch zuläßt. Bezüglich der tiefen Infektion ist in den letzten Jahren eine deutliche Wendung zum Besseren zu beobachten. Nach früheren Infektionsraten um 10 % werden heute tiefe Infektionen nur noch in einer Häufigkeit von teilweise unter 1 % beobachtet. Allerdings muß abgewartet werden, ob dies auch auf die sehr späten Infektionen nach 5 und mehr Jahren zutrifft. Die Senkung der Infektionsquote wurde außer durch Schaffung ultrasteiler Operationsbedingungen und durch Anwendung antibiotikahaltigen Knochenzements sicher ganz wesentlich durch die Standardisierung der Operationsverfahren, durch räumliche und organisatorische Abtrennung von eigenen Operationssälen für Knochen- und Gelenkchirurgie, durch geeignete Abdecktechniken (z.B. selbstklebende Folien zur Abschirmung des Operationsfeldes) und durch sinnvoll organisierten Einsatz des Operationspersonals (z.B. möglichst geringer Wechsel unter den Operateuren) erzielt. Inwieweit allerdings sehr späte, hämatogene Infektionen verhindert werden können, läßt sich heute wohl noch nicht mit abschließender Sicherheit sagen. Wenn auch der Fortschritt der Operationstechnik und die Anwendung antibiotikahaltigen Knochenzements einen Implantat austausch sogar im Falle einer Infektion möglich und verantwortbar machen, so läßt sich daraus nicht unbedingt die Rechtfertigung einer wesentlichen Indikationserweiterung ableiten; denn sicher ist die Komplikationsrate nach derartigen Zweiteingriffen höher, und Spätergebnisse nach Prothesenwechsel sind in noch geringerer Zahl überschaubar als nach Erstimplantation. Während beim alten Menschen Alternativeingriffe zur Alloarthroplastik, besonders wegen

der meist damit verbundenen langen Immobilisation, weniger in Frage kommen, müssen solche Möglichkeiten beim jugendlichen Patienten sorgfältig abgeklärt werden. Allerdings ergeben sich auch hier Probleme. Funktionsbeeinträchtigende Eingriffe, wie etwa eine Arthrodesen, sind nur dann zumutbar, wenn die benachbarten Gelenke funktionstüchtig sind und keine wesentliche zusätzliche Behinderung seitens der Wirbelsäule vorliegt. Mehrfachbehinderungen, etwa bei beidseitiger Hüftdysplasie oder kongenitaler Hüftluxation und bei systemischen Gelenkerkrankungen, sind aber bei jüngeren Patienten relativ häufig. Umstellungsosteotomien können im gegebenen Fall auch nur mit Einschränkungen als echte Alternative betrachtet werden. Einmal bieten auch sie nicht regelmäßig die Garantie für eine lebenslange Beschwerdefreiheit und Funktionstüchtigkeit, zum anderen stellen sie für eine später vielleicht doch notwendige alloarthroplastische Versorgung einen komplizierenden und die Prognose beeinträchtigenden Voreingriff dar. Zumindest eine relative Indikation zur Hüftendoprothese erscheint daher auch bei jüngeren Patienten mangels echter Alternativen gegeben. Im Einzelfall wird man sich bei der Indikation auch auf eine Mitentscheidung des Patienten stützen müssen. Sorgfältige Aufklärung über die Risiken, über die nicht voll absehbare Spätprognose und über mögliche Alternativen ist dabei natürlich unabdingbare Voraussetzung. Während die Risiken der früh oder mittelfristig auftretenden Komplikationen definierbar und damit vergleichbar sind, läßt sich über etwaige Spätkomplikationen mangels Erfahrung relativ wenig sagen. Fragen ergeben sich hinsichtlich der Dauerhaftigkeit der Implantatverankerung und hinsichtlich spät einsetzender pathogener Wirkungen der implantierten Materialien. Dies trifft vor allem auf die Gefahr möglicher Sarkominduzierung zu. Hier läßt sich tatsächlich nur feststellen, daß tierexperimentelle Untersuchungen eine solche Gefahr möglich erscheinen lassen, daß aber entsprechende Beobachtungen am Menschen bislang nicht gemacht worden sind. Letztlich ist also die Entscheidung, ob bei einem jüngeren Patienten ein allo-

arthroplastischer Gelenkersatz zur Anwendung kommen soll, nicht voll objektivierbar. Die subjektive Entscheidung des Patienten muß also mit berücksichtigt und sogar verlangt werden, es sei denn, der Arzt selbst entscheidet sich grundsätzlich gegen jede relative Indikation zum künstlichen Gelenkersatz, was ebenso eine subjektive Entscheidung wäre.

7.3. Zur Beurteilungsweise des Operationserfolges.

Will man den Erfolg eines operativen Eingriffs beurteilen, muß man sich zunächst über die Erwartungen, die man an ihn stellt, klar werden. Im Falle des künstlichen Hüftgelenkersatzes beziehen sich die Erwartungen auf Schmerzfreiheit und Funktionstüchtigkeit des betroffenen Gelenkes. Soll eine Beurteilung sinnvoll sein, muß sie objektivierbar, in der zugrundeliegenden Befunderhebung reproduzierbar und in ihren Ergebnissen vergleichbar sein. Der Untersuchungsgang sollte bei optimaler Aussagekraft ökonomisch sein. Schließlich sollte ein anschauliches und nachprüfbares Gesamturteil möglich sein. Günstig ist es, wenn der gleiche Beurteilungsmodus auf den präoperativen und postoperativen Zustand angewendet wird, da dann der konkrete individuelle Gewinn im Einzelfall darstellbar wird. Da im Falle dieser Arbeit nur eine retrospektive Untersuchung möglich war, haben wir dadurch einen Ausgleich zu schaffen gesucht, daß wir das subjektive Patientenurteil, welches sich ja wesentlich am Zustand vor der Operation orientieren dürfte, mit zur Grundlage des Gesamturteils gemacht haben. Daneben sind der Aktivitätsindex nach STEPHANO und das Untersuchungsschema nach MERLE D'AUDELGNE, POSTEL und CHAMBLEY wesentliche Basis für unsere Beurteilung. Zwar haben wir in dieser Arbeit beide Schemata getrennt angewendet, um eine gewisse gegenseitige Kontrolle zu bekommen, aber wir meinen, daß sie auch sinnvoll miteinander kombiniert werden könnten. Dabei gibt der an den alltäglichen Gegebenheiten orientierte Aktivitäts-

index nach SHEPHERD mehr einen bildhaften Eindruck von den Fähigkeiten oder Behinderungen eines Patienten im Alltag, während das Untersuchungsschema nach MENLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY sich mehr auf objektive und reproduzierbare Daten stützt. Hinsichtlich der Verwertbarkeit ungeprüfter Fragebogenauskünfte sind wir aufgrund unserer Erfahrungen skeptisch. Es zeigt sich bei gezielter Befragung der Patienten, die wir nachuntersuchen konnten, daß die Antworten des Fragebogens besonders bezüglich Schmerzen und Gehfähigkeit unzuverlässig waren. Viele Patienten waren nicht in der Lage, Schmerzen im operierten Hüftgelenk von vertebra-genen Beschwerden oder Schmerzen in den benachbarten Gelenken zu unterscheiden, was nicht an mangelnder Bereitschaft liegt, sondern in der tatsächlichen Schwierigkeit begründet ist, derartige Beschwerden zu differenzieren und zu lokalisieren. Nach unseren Erfahrungen lassen sich zuverlässige Aussagen über Schmerzen nach Hüftalloarthroplastik aufgrund gezielter Befragung des Patienten und nach klinischer Untersuchung machen. Eine weitere Unzuverlässigkeit des Fragebogens ergab sich hinsichtlich der Gehfähigkeit dadurch, daß die Antworten sich vielfach nicht so sehr an der tatsächlichen Leistungsfähigkeit, sondern mehr an den alltäglichen Gewohnheiten des Patienten orientierten. Hierauf müßte also bei Erstellung eines Fragebogens Rücksicht genommen werden, zuverlässiger ist aber sicherlich eine direkte Befragung des Patienten.

Zusammenfassend kommen wir aufgrund der bei dieser Untersuchung gemachten Erfahrung zu dem Schluß, daß der Aktivitätsindex nach SHEPHERD und das Untersuchungsschema nach MENLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY zusammen eine sichere Grundlage für die pre- und postoperative Beurteilung bei Hüftalloarthroplastik darstellen.

7.4. Zu den eigenen Ergebnissen.

7.4.1. Auswertung der Krankenblätter.

Die Auswertung der Krankengeschichten zeigt die bei diesem Krankengut übliche Altersverteilung mit einem Gipfel zwischen dem 60. und 70. Lebensjahr. Eine Bevorzugung des weiblichen Geschlechts konnten auch wir feststellen, wenn auch in etwas geringerem Maße als sonst in der Literatur berichtet wird. Eine Begründung für die ungleiche Geschlechtsverteilung konnten wir nicht finden; lediglich auf traumatologischem Gebiet kann, wie bereits angedeutet, das Überwiegen des weiblichen Geschlechts wegen der bekannten Prädisposition zur Schenkelhalsfraktur erklärt werden. Die stationäre Verweildauer unserer Patienten dürfte relativ lange sein. Dies liegt vor allem an der ausgedehnten krankengymnastischen Nachbehandlung, welche in der Regel 4 - 6 Wochen in Anspruch nimmt. Wir halten diese für sehr wichtig, da ja das Ziel alloarthroplastischer Eingriffe nicht nur in der Schmerzausschaltung, sondern wesentlich auch in der Wiederherstellung der individuell möglichen Funktionen besteht. Die postoperative Verweildauer ließe sich natürlich senken, wenn die nahtlose Weiterbetreuung der Patienten in einem entsprechenden Nachbehandlungszentrum gewährleistet werden könnte.

Auffällig bei den an unserem Krankengut erhobenen Vorbefunden ist die hohe Zahl der degenerativen Veränderungen an der Lendenwirbelsäule (40,5 %) und an den Kniegelenken (18 %). Verschleißerscheinungen auf coxarthrotischer Grundlage am gegenseitigen Hüftgelenk fanden sich bei rund 55 % unserer Patienten in mehr oder minder ausgeprägtem Maße. Der Grund hierfür mag zum einen in den durch das Hüftleiden bedingten statischen Veränderungen und Fehlhaltungen, zum anderen in einer generalisierten Minderwertigkeit des Gelenkknorpels, die ja auch als Ursache der idiopathischen Coxarthrose angesehen wird, liegen. Die übrigen Vorbefunde dürften in ihrer Art

und Häufigkeit eher zufällig sein; irgendwelche Aussagen lassen sich bei der Größenordnung unseres Krankengutes hieraus wohl nicht ableiten. Bei den festgestellten Voroperationen halten sich die aus orthopädischer und die aus unfallchirurgischer Indikation erfolgten Eingriffe zahlenmäßig in etwa die Waage, was eine relative Bevorzugung des traumatologischen Sektors bedeutet, da posttraumatische Zustände nur knapp 6 % unserer Indikationen ausmachen. Im übrigen liegt die primäre Coxarthrose mit knapp 75 % weit an der Spitze der von uns gestellten Indikationen zur Hüfttotalendoprothese, was mit vergleichbaren Angaben der Literatur übereinstimmt. Die Indikation zum Prothesenaustausch insgesamt war in rund 3 % der Fälle gegeben; von uns selbst eingesetzte Endoprothesen mußten wir in einer Quote von 1,5 % wechseln.

Intraoperative Komplikationen haben wir praktisch nicht beobachtet. Auf anaesthesiologischem Gebiet führen wir dies wesentlich auf die ausschließliche Anwendung der Neuroleptanalgesie zurück. Auf dem chirurgischen Sektor scheint der laterale Zugangsweg wegen der optimalen Übersicht über die Gelenkhöhle und der sicheren Beurteilbarkeit der Femurachse vorteilhaft und wenig komplikationsgefährdet zu sein. Wesentliche Nachteile durch die Trochanterosteotomie haben wir nicht festgestellt. Knochenverletzungen oder gefährliche Blutungen sind in keinem Falle aufgetreten; Nervenläsionen haben nur in einem Falle zu einer wesentlichen Beeinträchtigung des Operationserfolges geführt. Bei den allgemeinen postoperativen Komplikationen liegt die Letalität mit 0,9 % im Normbereich, wobei einschränkend schon darauf hingewiesen wurde, daß es sich bei 2 von 3 Todesfällen um primär vital gefährdete Patienten handelte. Wundheilungsstörungen und Hämatome liegen mit insgesamt 1,5 % relativ niedrig. Auch die Rate der thrombo-embolischen Komplikationen ist mit 1,2 % tolerierbar; dies dürfte der Erfolg einer konsequent durchgeführten Antikoagulantientherapie sein, die ihrerseits nur in 3 Fällen beherrschbarer intestinaler Blutungen Anlaß für Zwischenfälle war.

Die übrigen postoperativen Komplikationen sind kaum typisch für die Art des Eingriffs und dürften nach Art und Häufigkeit auch nach anderen Operationen bei vergleichbarem Patientengut gefunden werden. Die speziellen, das künstliche Gelenk direkt betreffenden Komplikationen werden später noch gesondert besprochen.

7.4.2. Bewertung der Fragebogenergebnisse.

Bei der Bewertung der Fragebogenergebnisse stellen wir fest, daß 82 % der befragten Patienten nicht oder nur über unwesentliche Schmerzen klagten; 96 % fühlen sich im Vergleich zum präoperativen Zustand gebessert. Dies entspricht ebenfalls 96 % der Patienten, die den Operationserfolg zufriedenstellend oder wenigstens mit Einschränkung zufriedenstellend beurteilen. Ohne oder nur mit einem Gehstock gehen im Freien 93 % aller Patienten, was bei der bekannten Altersverteilung kaum wesentlich von der Norm abweichen dürfte. Bezüglich des Gehvermögens, bei dem fast 80 % eine Leistung von einer Stunde und mehr angeben, ist auf die oben gemachten Einschränkungen hinzuweisen. Erstaunlich ist, daß 98 % ohne Hilfsperson Treppen steigen können. Bezüglich der allgemeinen Beweglichkeit und Geschicklichkeit sind immerhin gut über 90 % der Patienten in der Lage, sich selbst zu helfen. In ca. 30 % der Fälle werden regelmäßige oder wenigstens gelegentliche sportliche Aktivitäten angegeben, was bei der Altersstruktur unseres Patientengutes ein erfreuliches Ergebnis seindürfte.

Über Behinderungen mehr oder weniger starken Ausmaßes durch Beschwerden in den benachbarten Gelenken oder infolge anderweitiger Leiden klagten zwischen 45 und 47 % der befragten Patienten. Die Bewertung des Operationserfolges durch das subjektive Patientenurteil wurde mit den bei der Nachuntersuchung ermittelten Ergebnissen verglichen. Dabei zeigt sich, daß die subjektive Beurteilung

etwas besser ausfällt als es den durch uns ermittelten Ergebnissen entspricht. Beim Urteil "nicht zufriedenstellend" liegt die Differenz sogar bei etwas über 50 %. Der Grund hierfür liegt nach unserer Meinung daran, daß der Patient den Operationserfolg vor allem am praeoperativen Zustand mißt, ein Faktor, der in unserer Bewertung ja nicht enthalten ist. Die zusätzlichen Fragen an die beidseits operierten Patienten zeigen, daß diese sich in 97 % der Fälle durch den zweiten Eingriff größtenteils wesentlich, zum kleineren Teil wenigstens etwas gebessert fühlen. Die Beurteilung der zweiten Operation weicht in 7 Fällen von der Bewertung der ersten ab, davon in 4 Fällen zur positiven, in 3 Fällen zur negativen Seite. Nur in einem Fall wurde eine Revisionsoperation in einer auswärtigen Klinik angegeben. Soweit wir in Erfahrung bringen konnten, handelte es sich hierbei um eine Pfannenlockerung.

7.4.3. Besprechung der eigenen Untersuchungsergebnisse.

7.4.3.1. Klinische Befunde und Einteilung in die Kategorien A, B und C.

Bei den klinischen Befunden fielen insbesondere die Muskelatrophien im Glutäalbereich und am Oberschenkel auf. Solche fanden sich in unterschiedlichem Ausmaß bei 47,5 % aller nachuntersuchten Patienten. Wenn auch im Rahmen dieser Untersuchung eine zahlenmäßige Relation nicht erstellt wurde, so haben wir doch den Eindruck, daß Patienten mit stärkerer Insuffizienz der Hüftmuskulatur häufiger über Schmerzen klagen als solche mit intaktem Muskelapparat. Dies kann in einer relativen Überlastung der atrophischen Muskulatur begründet sein, was BUCHHOLZ (1970b) bestätigt, der in diesem Zusammenhang auch auf die Bedeutung einer gezielten und ausreichenden krankengymnastischen Nachbehandlung hinweist. Es ist auch ohne

weiteres verständlich, daß nach zum Teil jahrelanger schmerz-reflektorischer Ruhigstellung des Hüftgelenks eine Atrophie der Hüftmuskulatur eintritt, welche durch den künstlichen Gelenkersatz selbst ja nicht behoben wird.

Beinlängendifferenzen von mehr als 2 cm fanden wir bei 13 % der nachuntersuchten Patienten. Da uns exakte Vorbefunde fehlen, läßt sich hier keine Aussage über Ursachen machen, sei es, daß sie im Endoprothesenmodell, sei es, daß sie in der Operationstechnik begründet sind.

Neurologische Abweichungen gravierender Art fanden wir nur in einem Fall. Es handelt sich um eine komplette Peronäusparese mit Steppergang und entsprechenden sensiblen Ausfällen. Exakte Angaben über den Entstehungsmechanismus dieser Nervenläsion lassen sich retrospektiv nicht mehr machen; auch ist unklar, ob es sich von vornherein um eine irreversible Schädigung handelt oder ob bei entsprechender Therapie, welche nach unserem Wissen nicht durchgeführt wurde, eine Besserung möglich gewesen wäre. Im übrigen fanden wir in zwei Fällen geringe Fußheberschwächen ohne wesentliche funktionelle Beeinträchtigung und in einem Falle Hyposensibilität im Versorgungsgebiet des Nervus peroneus superficialis.

Bei den Kriterien für die Einstufung der nachuntersuchten Patienten in die Gruppen A, B und C stehen die degenerativen Gelenk- und Wirbelsäulenveränderungen zahlenmäßig an erster Stelle, wie es bei der Art des Krankengutes zu erwarten ist. Im übrigen dürften Art und Verteilung der festgestellten krankhaften Veränderungen mehr zufällig oder allenfalls in der Altersstruktur des Patientengutes begründet sein.

7.4.3.2. Röntgenbefunde.

Die Röntgenuntersuchungen von 47 Endoprothesen erbrachten in 36 % den Befund periartikulärer Ossifikationen, welche in einem Fall wohl ursächlich für Beschwerden waren. Die Rate von 36 % ektopischer Knochenneubildungen liegt relativ niedrig; allerdings ist die Zahl von 47 Röntgenuntersuchungen zu klein, um hiervon relevante Aussagen ableiten zu können. Zweimal fanden wir einen Bruch des Prothesenstiels, der in einem Fall nicht einmal mit wesentlichen Beschwerden einherging. In einem weiteren Fall ergab sich zusammen mit dem klinischen Befund der Verdacht auf eine Schaftlockerung.

7.4.3.3. Ergebnisse nach dem Schmerzindex.

Die Einstufung in den Schmerzindex zeigt, daß rund 96 % der nachuntersuchten Patienten nicht oder nur über gelegentliche erträgliche Schmerzen im operierten Hüftgelenk klagten. Bei den doppel-seitig operierten Patienten (n=27) waren sogar 100 % ganz oder weitgehend beschwerdefrei. Die Differenzierung auf die Gruppen A, B und C zeigt ganz deutlich, daß die Gruppe A mit Schmerzfreiheit in 81,5 % der Fälle bedeutend besser abschneidet als die Gruppen B und C mit 73,2 % bzw. 69,2 % völliger Beschwerdefreiheit. Starke und sehr starke Schmerzen wurden dagegen in der Gruppe A zu 1,2 %, in der Gruppe C aber zu 15,4 % geklagt. Dieses Ergebnis mag u.a. darin begründet sein, daß die überwiegende Zahl der zusätzlich behinderten Patienten krankhafte Veränderungen an der Wirbelsäule und an den benachbarten Gelenken aufwies, so daß Überbelastungen und daraus resultierende Beschwerden im Bereich der alloarthroplastisch versorgten Hüfte denkbar sind. Eine indirekte Bestätigung dafür geben die Ergebnisse bei den doppel-seitig operierten Patienten, die in keinem Fall über starke Schmerzen klagten, einmal weil hier vom gegenseitigen Hüftgelenk keine Beschwerden auslösende Beeinträchtigung mehr ausgeht, zum anderen, weil hier die Verteilung

auf die Gruppe C mit 3,7 % deutlich unter der entsprechenden Einordnung von 15,4 % bei dem gesamten Patientenkollektiv lag. Dies ist allerdings unter der Einschränkung zu sehen, daß die Fallzahl der beidseitig operierten Patienten mit 27 relativ klein ist.

7.4.3.4. Ergebnisse nach dem Motilitätsindex.

Stärkere Unterschiede ergeben sich bei den Ergebnissen nach dem Motilitätsindex. Während die Patienten der Gruppe A in 70,4 % ein Gesamtbewegungsausmaß des künstlichen Gelenks von mindestens 210° erreichten, waren es in der Gruppe C nur 34,6 % der Patienten. Umgekehrt nahm die relative Verteilung auf die schlechteren Bewertungen von A über B nach C signifikant zu. Die Ergebnisse bei den doppelseitig operierten Patienten lagen in fast allen Bewertungsstufen etwas schlechter als die der Gesamtgruppe B. Dies steht im Gegensatz zu dem überproportional guten Abschneiden der beidseitig versorgten Patienten bei der Schmerzbewertung. Eine Erklärung für die geringere Beweglichkeit bei den Patienten der Gruppe B und C mag darin gefunden werden, daß sie aufgrund ihrer zusätzlichen Behinderungen auch bei der postoperativen Übungsbehandlung beeinträchtigt waren und daß sie nach Entlassung aus der stationären Behandlung nicht mehr so regelmäßig an der ambulanten krankengymnastischen Therapie teilnehmen konnten wie die sonst unbehinderten Patienten.

7.4.3.5. Ergebnisse nach dem Aktivitätsindex nach SHEPHERD.

Bei der Bewertung aufgrund des Aktivitätsindex nach SHEPHERD ergeben sich bei 25 möglichen Minuspunkten 0 bis 4 Minuspunkte auf 56,8 % aller nachuntersuchten Patienten, 5 bis 9 Minuspunkte auf 39,6 %, 10 bis 14 Minuspunkte auf 3,6 % und 15 bis 20 Minuspunkte auf 0,1 %.

10 bis 14 Minuspunkte auf 3,1 % und mehr als 14 Minuspunkte auf 0,5 % aller Fälle. Auch hier stellen wir wieder eine erhebliche Benachteiligung der Gruppe C fest. Während alle Patienten der Gruppe A im Bereich von 0 bis maximal 9 Minuspunkten vertreten sind, wird der Bereich von 10 und mehr Minuspunkten zum weit überwiegenden Teil von der Gruppe C und in geringerem Maße von der Gruppe B repräsentiert. Die Ergebnisse bei den doppelseitig operierten Patienten sind im Bereich bis zu 9 Minuspunkten denen des Gesamtkollektivs gleich, sie überwiegen allerdings im Bereich von 5 bis 9 Minuspunkten, während sie bei den besseren Bewertungen etwas unterrepräsentiert sind. Die Benachteiligung der Patienten bei den Gruppen B und C bezüglich der allgemeinen Aktivität und Beweglichkeit kann wohl ohne wesentliche Einschränkung auf deren anderweitige Behinderungen zurückgeführt werden, da die Kriterien des Aktivitätsindex sich ja weniger auf die Funktionen des Hüftgelenks, sondern mehr auf den Allgemeinzustand des Patienten beziehen. Eine an der Funktion des Hüftgelenks orientierte Aussage anhand des Aktivitätsindex läßt sich also nur bei den Patienten der Gruppe A machen. Hier lagen 74,2 % in dem Bereich von 0 bis 4 und 25,8 % zwischen 5 und 9 Minuspunkten.

7.4.3.6. Verteilung des subjektiven Urteils.

Die Ergebnisse der subjektiven Bewertung des Operationserfolges, bezogen auf das Gesamtkollektiv, wurden bereits dargestellt. Die gesonderte Betrachtung der Gruppen A, B und C zeigt ein Überwiegen der Gruppe A beim Urteil "zufriedenstellend", während die Gruppe C bei der Beurteilung "mit Einschränkung zufriedenstellend" etwas und bei der Beurteilung "nicht zufriedenstellend" deutlich stärker vertreten ist. Die Gruppe B weicht kaum von der Gesamtverteilung ab.

Bei den doppelseitig operierten Patienten wurde in keinem Fall das Urteil "nicht zufriedenstellend" gegeben. Nehmen wir die subjektive Bewertung als einen Vergleich zum praeoperativen Zustand, so ergibt sich, daß sich die allgemein gesunden Patienten durch den alloarthroplastischen Gelenkersatz mehr gebessert fühlen als die, die zusätzliche Behinderungen aufweisen.

7.4.3.7. Verteilung des zusammengefaßten Urteils.

Das zusammengefaßte Urteil ergibt für das Gesamtkollektiv, für die Gruppe B und für die beidseits operierten Patienten annähernd gleiche Bewertungen. Sehr erhebliche Abweichungen zeigen die Gruppen A und C. Die Bewertung "zufriedenstellend" erreichen 80 % der Gruppe A, aber nur 12 % der Gruppe C. "Mit Einschränkung zufriedenstellend" beurteilt werden die Ergebnisse in 18,5 % der Gruppe A und 56 % der Gruppe C. "Nicht zufriedenstellend" sind die Ergebnisse in 1,5 % bei der Gruppe A, dagegen in 32 % bei der Gruppe C. Es zeigt sich deutlich, daß der Allgemeinzustand eines Patienten erheblichen Einfluß auf das Operationsergebnis nach alloarthroplastischem Hüftgelenkersatz hat.

7.4.3.8. Bewertung durch das Schema nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY.

Die Besprechung der Motilitätsbewertung nach obigem Schema erübrigt sich, da der gleiche Bewertungsmaßstab, lediglich als Minuspunktesystem abgewandelt, schon im zusammengefaßten Urteil enthalten ist und oben abgehandelt wurde. Die Anwendung des gleichen Motilitätsmaßstabes in beiden Beurteilungsgängen scheint uns gerechtfertigt, da die Messung der Gelenkbeweglichkeit am wenigsten

subjektiven Einflüssen unterliegt. Die Schmerzbewertung nach dem Schema MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY zeigt ähnliche Ergebnisse wie der oben angewandte Schmerzindex. Auch hier ist die Gruppe C bei den schlechteren Bewertungen überrepräsentiert. In stärkerem Maße trifft dies auch auf das Gehvermögen zu. Hier überwiegt wieder die Gruppe A bei den guten Ergebnissen, während die Gruppe C überproportional an den schlechten Bewertungen beteiligt ist.

7.4.4. Vergleich des subjektiven Urteils, des zusammengefaßten Urteils und des Urteils abgeleitet aus dem Schema nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY.

Die Verteilung der drei Urteilsmöglichkeiten "zufriedenstellend", "mit Einschränkung zufriedenstellend" und "nicht zufriedenstellend" bewegt sich bei allen drei Bewertungen in einem vergleichbaren Rahmen. Zu den günstigsten Resultaten gelangen die Patienten selbst in ihrer subjektiven Bewertung. Hier wurde der Operationserfolg nur in 3,1 % für "nicht zufriedenstellend" befunden. Die Unterschiede zwischen den Gruppen A, B und C sind wesentlich geringer als bei den beiden anderen Bewertungsarten. Für die Urteile "zufriedenstellend" und "mit Einschränkungen zufriedenstellend" ist die Verteilung bei der subjektiven Bewertung und bei dem Urteil nach dem Schema von MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY annähernd gleich. Das zusammengefaßte Urteil schneidet in allen Fällen etwas schlechter ab; besonders bei der Gruppe C ist das Urteil "nicht zufriedenstellend" mit 32 % deutlich häufiger als bei der Bewertung nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY mit 20 %. Das relativ schlechtere Abschneiden der Gruppe C beim zusammengefaßten Urteil dürfte wesentlich durch die Ergebnisse des Aktivitätsindex nach SHEPHERD bedingt sein, der die Gruppe C, wie gezeigt, deutlich benachteiligt. Aufgrund der ähnlichen Ergebnisse für das Gesamt-

kollektiv und wegen der tendentiell gleichen Verteilung auf die Gruppen A, B und C glauben wir sagen zu können, daß die beiden objektiven Bewertungsverfahren sich gegenseitig in ihren Resultaten bestätigen.

7.4.5. Komplikationen und Vergleich mit den Komplikationsraten anderer Autoren.

Die folgende Besprechung bezieht sich ausschließlich auf solche Komplikationen, die das künstliche Gelenk unmittelbar betreffen und einen entscheidenden Einfluß auf das Operationsergebnis haben. Ausgenommen sind also die Letalität, die allgemeinen intra- und postoperativen Komplikationen und solche lokale Komplikationen, die ohne Einfluß auf das Gesamtergebnis geblieben sind. Wir beziehen uns bei den Prozentangaben im folgenden auf 245 Endoprothesen. Davon sind uns 189 durch die Nachuntersuchung, weitere 49 durch die Fragebogenaktion und zusätzlich 7 Fälle anderweitig bekannt. Da es sich bei den zuletzt genannten 7 Endoprothesen ausschließlich um komplikationsbehaftete Fälle handelt, stellen sie eine negative Auslese dar, die unsere Angaben etwas zur ungünstigen Seite verfälschen dürfte.

<u>Komplikation</u>	<u>Fallzahl</u>	<u>% (n=245)</u>
Bleibende Nervenschädigung mit Einfluß auf den Operationserfolg	1	0,4 %
Frühinfektion	1	0,4 %
Spätinfektion	1	0,4 %
(Gesamtinfektionsrate)	2	0,8 %
Spätluxation	1	0,4 %
Pfannenlockerung	2	0,8 %
Schaftlockerung	2	0,8 %
Schaftbruch	4	1,6 %
(Gesamtlockerungsrate)	8	3,3 %
Gesamtkomplikationsrate	12	4,9 %

Im Vergleich mit den Angaben der Literatur liegt die Infektionsrate von 0,8 % im unteren Bereich des zu Erwartenden. HUGGLER und SCHREIBER (1978) geben bei 1.115 nachuntersuchten Fällen, die zwischen 1965 und 1975 operiert wurden, eine Infektionsrate von 1,9 % an, welche nach Einführung einer ultrasterilen Operationsboxe auf 1,3 % gesenkt werden konnte. BUCHHOLZ (1973c) gibt bezogen auf 3.719 Fälle Infektionen in 1,3 % an. Nach neueren Berichten (BUCHHOLZ und Mitarbeiter, 1977) konnte die Infektionsquote durch Anwendung von antibiotikahaltigem Knochenzement sogar auf 0,2 % begrenzt werden. 1 % der Infektionen geben OHL und Mitarbeiter (1976) auf 310 alloarthroplastische Eingriffe an. Bei den Implantatlockerungen liegen unsere Ergebnisse mit 3,3 % - hervorgerufen durch die 4 Materialbrüche - ungünstiger. BUCHHOLZ (1973a) berichtet von einer Lockerungsrate von 1,3 % auf 1.648 Fälle. HUGGLER und SCHREIBER (1978) haben bei dem oben genannten Patientenkollektiv 3,6 % Lockerungen. OHL und Mitarbeiter (1976) geben Pfannenlockerungen zu 2,9 % und Schaftlockerungen zu 1,9 % auf 310 Fälle an. Einen Vergleich der Häufigkeit verschiedener Komplikationen nach Hüftalloarthroplastik gibt eine Tabelle (I) im Anhang. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß Art und Häufigkeit der bei unserem Krankengut festgestellten Komplikationen im Bereich des Üblichen liegen.

7.4.6. Vergleich der Gesamtbeurteilungen mit den Ergebnissen anderer Autoren.

Eine vergleichende Übersicht über die Ergebnisse nach dem Schema nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY mit Angaben von BUCHHOLZ (1973a) und FRIEDEBOLD und Mitarbeitern (1973) gibt die Tabelle (II) im Anhang. Einschränkend muß bemerkt werden, daß FRIEDEBOLD und Mitarbeiter die ursprünglichen Bewertungsrichtlinien

von MERLE D'AUBIGNE zugrundelegen, die etwas von dem Schema abweichen, das wir verwendeten, jedoch vergleichbar erscheinen. Bezüglich der Schmerzreduktion liegen die Ergebnisse von BUCHHOLZ deutlich besser als die der beiden anderen Kollektive. FRIEDEBOLD und Mitarbeiter geben bei der Gehfähigkeit die besten Ergebnisse an, während unsere knapp unter denen von BUCHHOLZ liegen. Bei der Mobilität ergaben unsere Nachuntersuchungen die besten Werte.

Ein Vergleich von Qualitätsurteilen über den Operationserfolg ist nur mit Einschränkungen möglich, da Aussagen und Abstufungen stark variieren. Am ehesten dürften solche Beurteilungen miteinander vergleichbar sein, die einen Mißerfolg des alloarthroplastischen Eingriffs charakterisieren. In einer Tabelle (III) haben wir die Bewertungen drei anderer Autoren in Qualität und Quantität den unseren gegenübergestellt. Die schlechten Ergebnisse nehmen einen prozentualen Anteil zwischen 4,2 % und 7,9 % ein. Die besten Beurteilungen differieren aufgrund der unterschiedlichen Kriterien sehr viel stärker und liegen anteilmäßig zwischen 59,3 % und 95,8 %, sofern man "sehr gut" und "gut" einerseits dem Urteil "zufriedenstellend" andererseits gleichsetzt. Unter diesen Einschränkungen glauben wir auch hier, dem Vergleich entnehmen zu können, daß wir mit unseren Beurteilungen im Rahmen eines üblichen Standards liegen.

- 7.5. Zur Frage der Durchführbarkeit der Hüftalloarthroplastik an nicht spezialisierten, kleineren allgemeinchirurgischen Abteilungen.

Der moderne Stand der Hüftalloarthroplastik hat durch Anwendung brauchbarer Werkstoffe, durch Entwicklung geeigneter Formgebungen, durch weitgehend sichere Verankerungsmöglichkeiten und durch eine gewisse Standardisierung des operativen Vorgehens dazu geführt, daß die Implantation von Hüftendoprothesen auch an nicht spezialisierten

kleineren Abteilungen technisch möglich ist; es erhebt sich die Frage, ob derartige Eingriffe auch mit der nötigen Erfolgssicherheit durchgeführt und dem Patienten gegenüber verantwortet werden können. Aufgrund der hier dargestellten Resultate und des Vergleichs mit den Ergebnissen anderer Kliniken mit teilweise erheblich größerem Krankengut glauben wir diese Frage bejahen zu können. Allerdings müssen gewisse Voraussetzungen erfüllt sein, um bei möglichst niedriger Komplikationsrate vertretbare Operationserfolge erzielen zu können. Da es sich bei der Hüftalloarthroplastik um einen zeitlich und personell aufwendigen Eingriff handelt, muß die personelle Besetzung einer Abteilung so ausreichend sein, daß ein routinemäßiges und standardisiertes Vorgehen möglich ist. Dies bezieht sich nicht nur auf den Eingriff selbst, sondern auch auf die prae- und postoperative Diagnostik und Therapie, insbesondere auf die Infektions- und Thromboseprophylaxe. Darüber hinaus konnten wir feststellen, daß ein enger Kontakt und ggf. Zusammenarbeit mit einer größeren, spezialisierten Klinik, besonders bei schwierigen Indikationsfragen und zur Behandlung etwaiger Komplikationen, von großem Nutzen sein können. Auf dem Gebiet der räumlichen und technischen Ausstattung scheint uns die Bereitstellung eines streng getrennten Operationsraumes ausschließlich für die Knochen- und Gelenkchirurgie unabdingbare Voraussetzung zu sein. Wir konnten zeigen, daß relativ niedrige Infektionsraten auch ohne technisch aufwendige Einrichtungen, wie ultrasterile Operationsboxen, erzielt werden können. Wegen der besonderen anaesthesiologischen Probleme bei der Implantation von Endoprothesen ist auch eine funktionstüchtige Anästhesie-Abteilung zu fordern; dies ist auch deswegen besonders wichtig, da es sich bei der Hüftalloarthroplastik im allgemeinen um ältere Patienten mit entsprechend höherem Narkoserisiko handelt. Nicht zuletzt muß eine optimale krankengymnastische Nachbehandlung endoprothetisch versorgter Patienten sichergestellt sein, da das Ziel der Alloarthroplastik nicht nur in der Schmerzausschaltung, sondern auch ganz wesentlich in der Wiederherstellung der Funktion besteht; diese bedarf in der Regel einer gezielten Übungsbehandlung zur Wiederherstellung einer suffizienten Hüftmuskulatur.

7.6. Schlußfolgerungen.

7.6.1. Zur Indikationsfrage.

Die technischen und biomechanischen Fortschritte bei der Hüftalloarthroplastik erlauben heute eine weitgehend sichere Wiederherstellung einer schmerzfreien Hüftgelenksfunktion. Die Indikation kann beim alten Menschen großzügig gestellt werden, da einerseits die Vorteile einer schnellen Remobilisation überwiegen und zum anderen etwaige Spätkomplikationen angesichts der begrenzten Lebenserwartung weniger ins Gewicht fallen. Beim jüngeren Patienten ist die endoprothetische Versorgung nur dann gerechtfertigt, wenn entweder vertretbare Alternativen nicht gegeben sind oder wenn durch zusätzliche krankhafte Veränderungen an Wirbelsäule oder benachbarten Gelenken nur so eine ausreichende Wiederherstellung des Gehvermögens gewährleistet ist. Wegen der Möglichkeit bislang nicht beobachteter Spätkomplikationen ist eine Mitentscheidung des Patienten auf der Grundlage einer umfassenden Aufklärung besonders wichtig.

7.6.2. Zum Bewertungsmodus der Operationsergebnisse.

Zur Beurteilung des Operationsergebnisses nach Hüftalloarthroplastik erscheint das Bewertungsschema nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY in Kombination mit dem Aktivitätsindex nach SHEPHERD gut geeignet. Zur sicheren Abschätzung des individuellen Operationserfolges sollten beide Bewertungsmaßstäbe prae- und postoperativ angewendet werden.

7.6.3. Zur Frage der Durchführbarkeit der Hüftalloarthroplastik an kleineren allgemeinchirurgischen Abteilungen.

Die routinemäßige Durchführung der Hüftalloarthroplastik ist auch an einer mittelgroßen, allgemein-chirurgischen Abteilung vertretbar, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind.

- a) ausreichende personelle Besetzung;
- b) standardisiertes prae- und postoperatives Vorgehen;
- c) nach Möglichkeit zusammenarbeit mit einer größeren, spezialisierten Klinik;
- d) ausreichende räumliche und technische Ausstattung;
- e) funktionstüchtige Anästhesie-Abteilung;
- f) Sicherstellung krankengymnastischer Nachbehandlung.

8. Zusammenfassung.

Es wurde ein Überblick über die historische Entwicklung der Hüftalloarthroplastik von der Anwendung alloplastischer Interponate bereits im vergangenen Jahrhundert bis zur heutigen "low friction arthroplasty" und der Anwendung von Polymethylmetacrylat als Knochenzement gegeben. Mögliche Entwicklungstendenzen bezüglich neuer Werkstoffe und Verankerungsweisen wurden aufgezeigt. Material- und lagertechnische Probleme, welche sich aus den mechanischen und funktionellen Anforderungen an Hüfttotalendoprothesen ergeben, wurden dargestellt, ebenso die Wechselwirkungen zwischen Implantat und biologischem Milieu unter besonderer Berücksichtigung der Verankerungsproblematik. Auf die klinischen Aspekte der Hüftalloarthroplastik wurde besonders hinsichtlich der Indikationen und ihrer Einschränkungen sowie der intra- und postoperativen Komplikationen eingegangen; die heute in Anwendung befindlichen Methoden der Infektionsprophylaxe wurden aufgezeigt. Das eigene prä- und postoperative Vorgehen und die übliche Operationsweise wurden dargestellt. Die Überprüfung unserer Operationsergebnisse erfolgte durch Auswertung von 301 Krankengeschichten und 207 beantworteter Fragebögen sowie durch klinische und teilweise röntgenologische Nachuntersuchung von 162 Patienten. Zur Bewertung des Operationserfolges wurden ein Schmerzindex, ein Motilitätsindex, der Aktivitätsindex nach SHEPHERD und das subjektive Patientenurteil herangezogen; wir gelangten durch Einordnen der Ergebnisse in ein Minuspunktesystem zu einem zusammengefaßten Urteil. Dabei wurde ein zufriedenstellendes Ergebnis in 59,3 %, ein mit Einschränkung zufriedenstellendes Ergebnis mit 33,3 % und ein nicht zufriedenstellendes Ergebnis in 7,4 % der Fälle ermittelt. Zusätzlich wurde das Bewertungsschema nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNLEY auf die gleichen Fälle angewendet. Hieraus leiteten wir in gleicher Weise ein Gesamturteil ab.

Dieses war zufriedenstellend in 66,7 %, mit Einschränkung zufriedenstellend in 27,2 % und nicht zufriedenstellend in 6,1 % aller Fälle. Alle Patienten wurden je nach dem Schweregrad etwaiger zusätzlicher Behinderungen einer von drei Gruppen A, B oder C zugeordnet. Die Ergebnisse wurden für jede dieser Gruppen und für beidseitig operierte Patienten gesondert dargestellt. In der Diskussion haben wir zum technischen Stand der Hüftalloarthroplastik, zur Problematik der Indikation und zu Beurteilungsmöglichkeiten des Operationserfolges Stellung genommen; die eigenen Ergebnisse wurden einschließlich der bekannt gewordenen Komplikationen mit Ergebnissen, welche in der Literatur berichtet werden, verglichen; die unterschiedlichen Ergebnisse der Patientengruppen A, B und C sowie der beidseitig operierten Patienten wurden interpretiert; die Frage, ob die Durchführung der Hüftalloarthroplastik an einer mittelgroßen, allgemein-chirurgischen Abteilung vertretbar ist, wurde unter Vorbehalt bejaht. Schlußfolgerungen wurden hinsichtlich der Indikation, der Beurteilungsweise des Operationserfolges und der Durchführbarkeit der Hüftalloarthroplastik an kleineren, nicht spezialisierten Abteilungen gezogen.

Autor	Fallzahl	Lockerungen und Materialbruch	Infektionen	Luxationen	bleibende Nerven- schäden
COTTA u.M. (1973)	588	1,2 %	2,9 %	0,3 %	1,0 %
BUCHHOLZ (1973)	1.648	1,3 %	-	0,5 %	1,0 %
BUCHHOLZ (1973)	3.719	-	1,3 %	-	-
LUBINUS und JACOBSEN (1973)	852	0,5 %	1,1 %	-	-
FRIEDEBOLD u.M. (1973)	414	3,4 %	1,4 %	0,2 %	0,7 %
SCHREIBER und JANSSEN (1973)	569	4,8 %	3,3 %	1,2 %	Ø
BAUER und JOPP (1974)	178	Ø	Ø	1,7 %	0,6 %
OHL u.M. (1976)	310	4,8 %	1,0 %	1,0 %	-
HUGGLER und SCHREIBER (1978)	1.136	4,6 %	2,3 %	1,1 %	0,4 %
eigene Ergebnisse	245	3,3 %	0,8 %	0,4 %	0,4 %

Tabelle I (- = keine Angaben)

Komplikationen nach Hüftalloarthroplastik

Autor: FRIEDEROLD BUCHHOLZ
u.M. (1973) (1973) eigene Ergebnisse

Fallzahl: 414 1.648 162

Schmerz:	0 1 2 3 4 5 6	Ø 1,7 % 1,4 % 6,3 % 10,9 % 37,4 % 42,3 %	1 bis 3 4 bis 6 6	1,0 % 99,0 % 62,5 %	- 1 2 3 4 5 6	Ø 0,6 % 7,4 % 11,7 % 21,6 % 58,7 %
Gang:	0 1 2 3 4 5 6	Ø 0,7 % 7,0 % 9,2 % 22,9 % 33,6 % 26,6 %	1 bis 3 4 bis 6 6	23,0 % 77,0 % 28,5 %	- 1 2 3 4 5 6	Ø 6,8 % 22,2 % 19,2 % 15,4 % 36,4 %
Motilität:	0 1 2 3 4 5 6	Ø Ø 1,7 % 9,9 % 14,0 % 37,9 % 36,5 %	1 bis 3 4 bis 6 6	7,5 % 92,5 % 53,0 %	- 1 2 3 4 5 6	Ø Ø 0,6 % 11,1 % 32,7 % 55,6 %

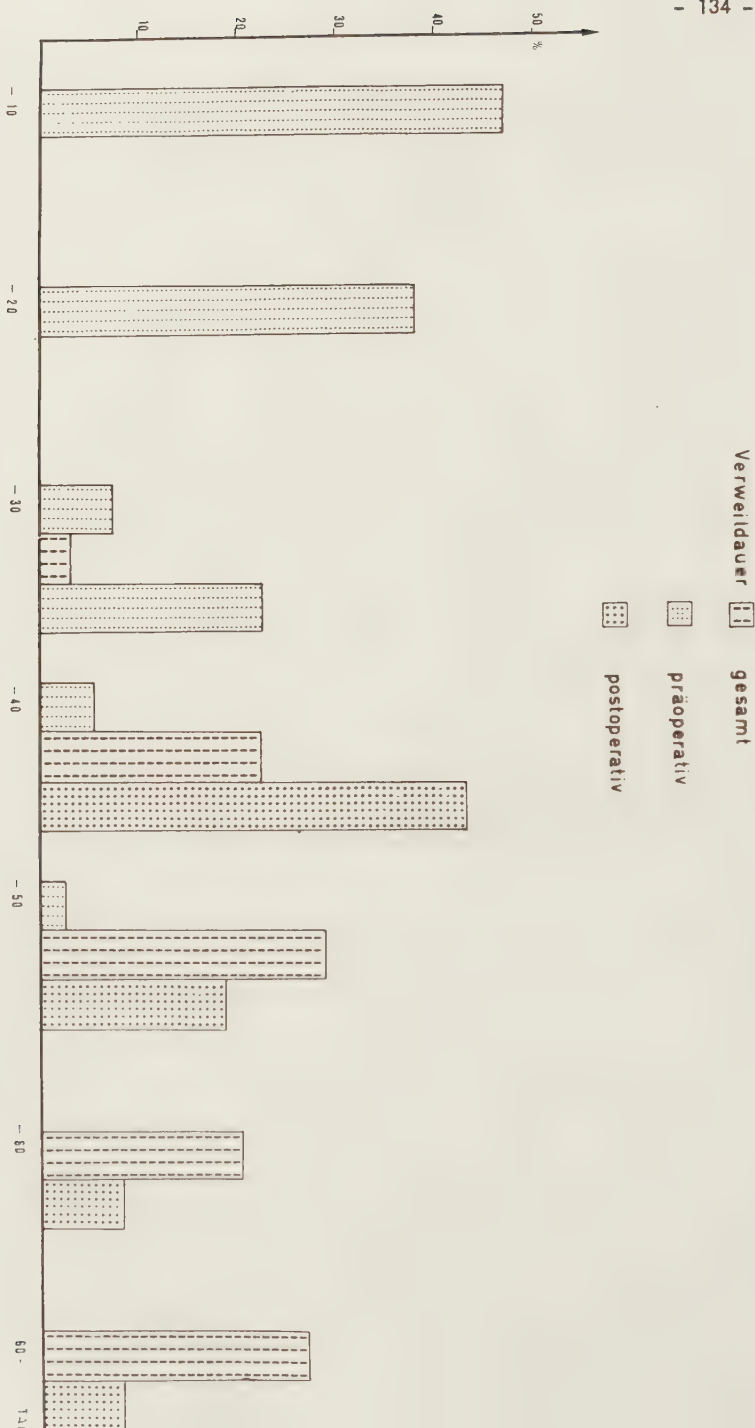
Tabelle II
Ergebnisse nach dem Schema von MERLE D'AUBIGNE
und MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNEY

Autor:	LUBINUS und JACOBSEN (1973)	KEHR (1973)	BAUER und JOPP (1974)	eigene Ergeb- nisse (zusammen- gefaßtes Urteil)	eigene Ergebnisse (Urteil nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL und CHARNEY)
Folizahl:	852	300	178	162	162
sehr gut und gut	95,8 %	76,0 %	73,6 %	-	-
zufrieden- stellend	-	-	-	59,3 %	66,7 %
befriedigend	-	20,0 %	18,5 %	-	-
m.E. zufrieden- stellend	-	-	-	33,3 %	27,2 %
unbefrie- digend	4,2 %	-	7,9 %	-	-
schlecht	-	6,0 %	-	-	-
nicht zufrie- denstellend	-	-	-	7,4 %	6,1 %

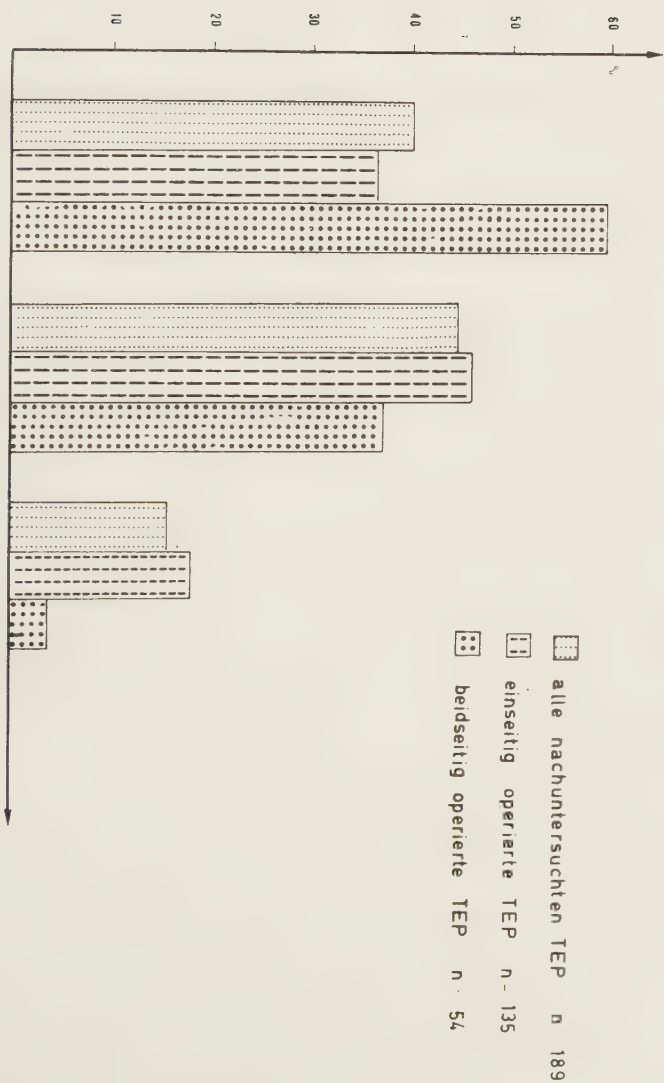
Tabelle III

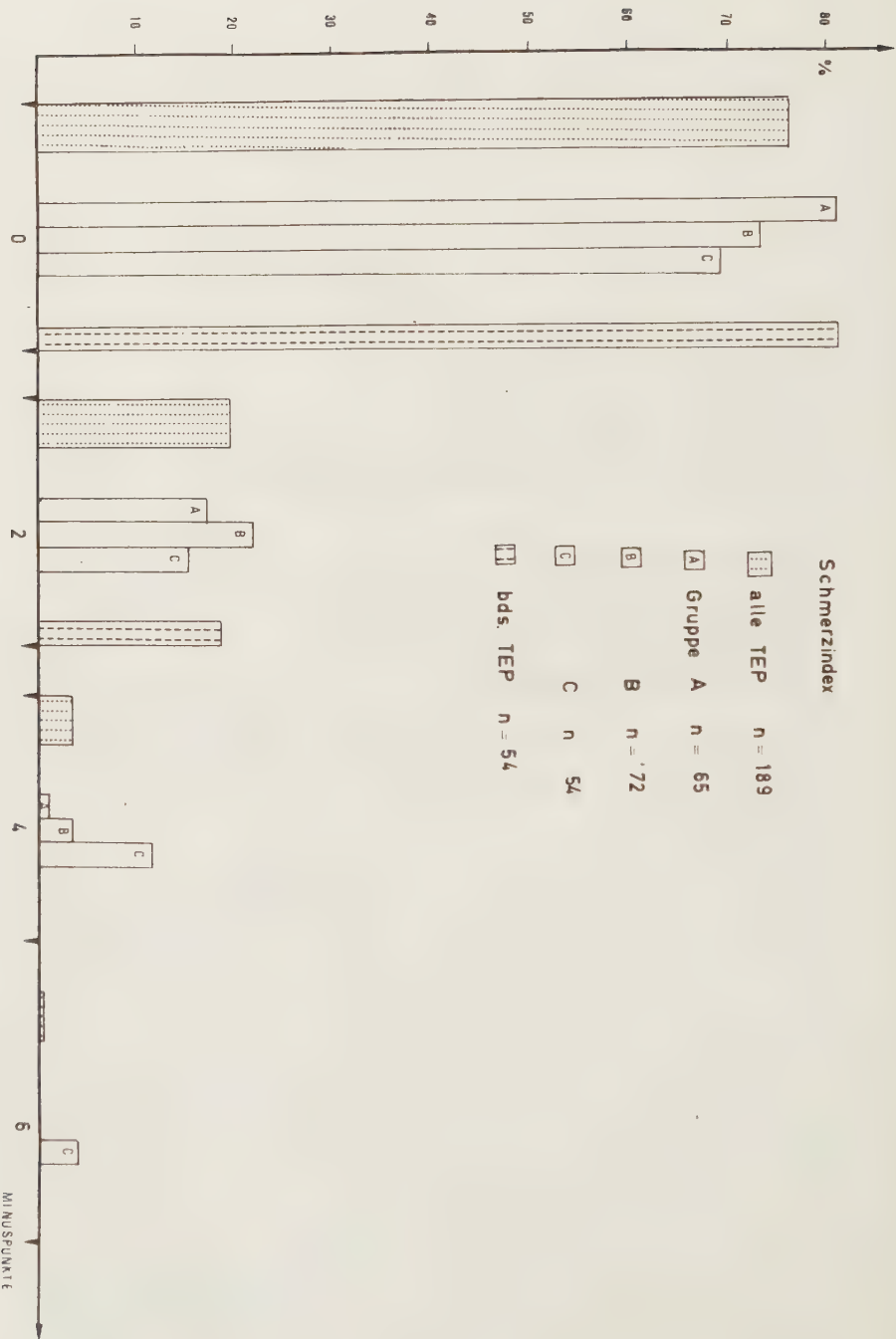
Gesamtbewertungen der Operationsergebnisse mit Hüfttotalendprothesen





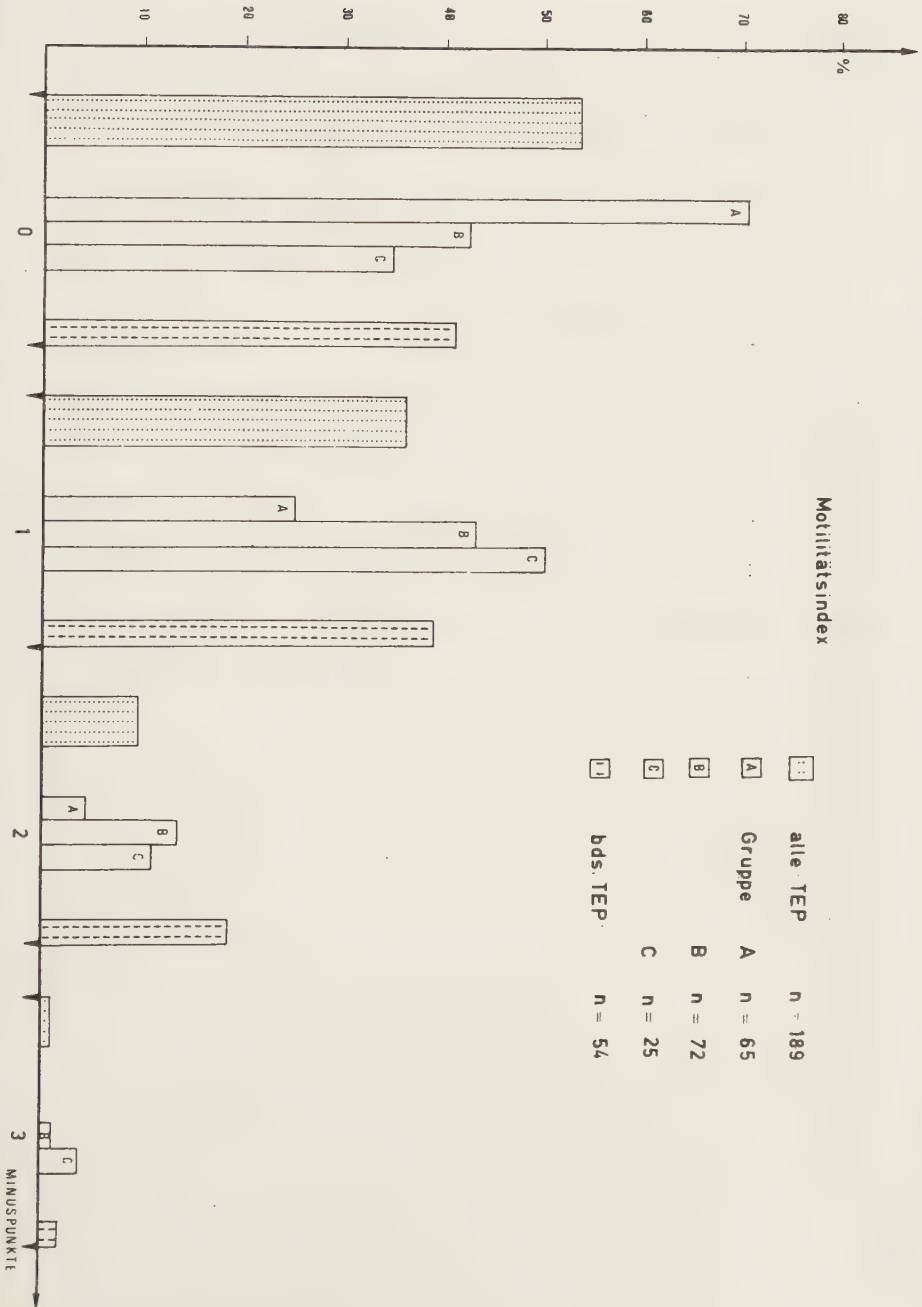
Verteilung auf die Gruppen A B C





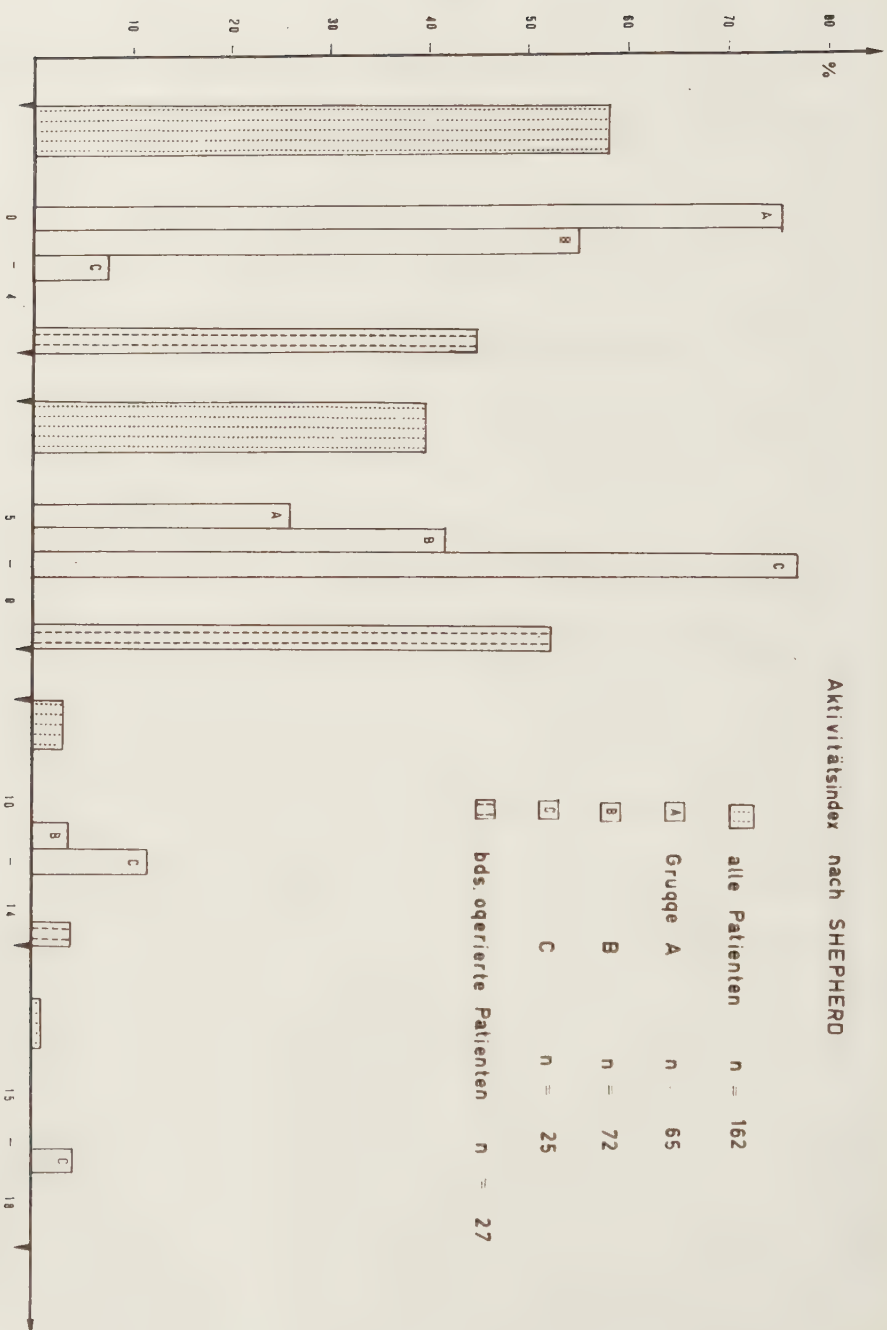
Motilitätsindex

	alle TEP	n = 189
	Gruppe A	n = 65
	B	n = 72
	C	n = 25
	bds. TEP	n = 54

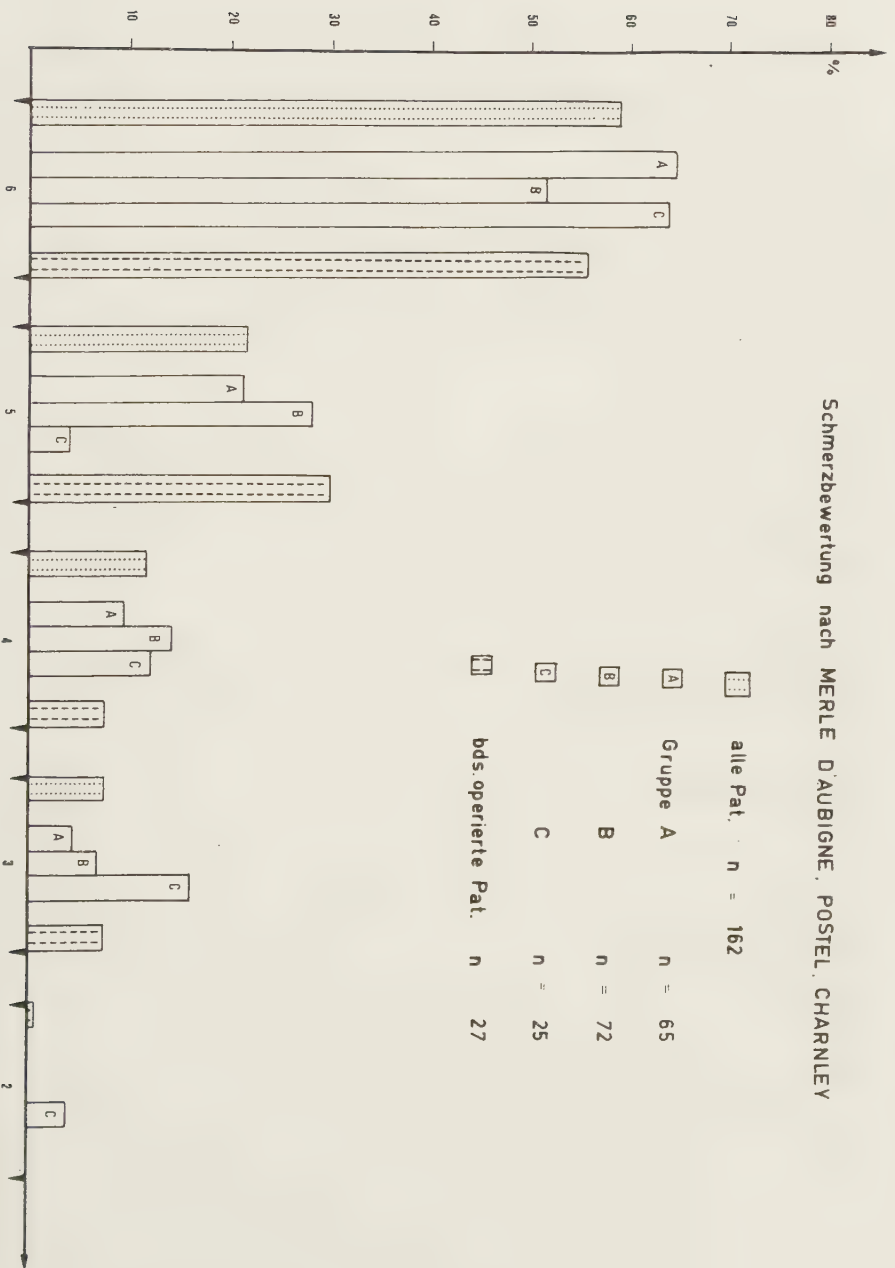


Aktivitätsindex nach SHEPHERD

	alle Patienten	n = 162
	Gruppe A	n = 65
	B	n = 72
	C	n = 25
	bds. operierte Patienten	n = 27

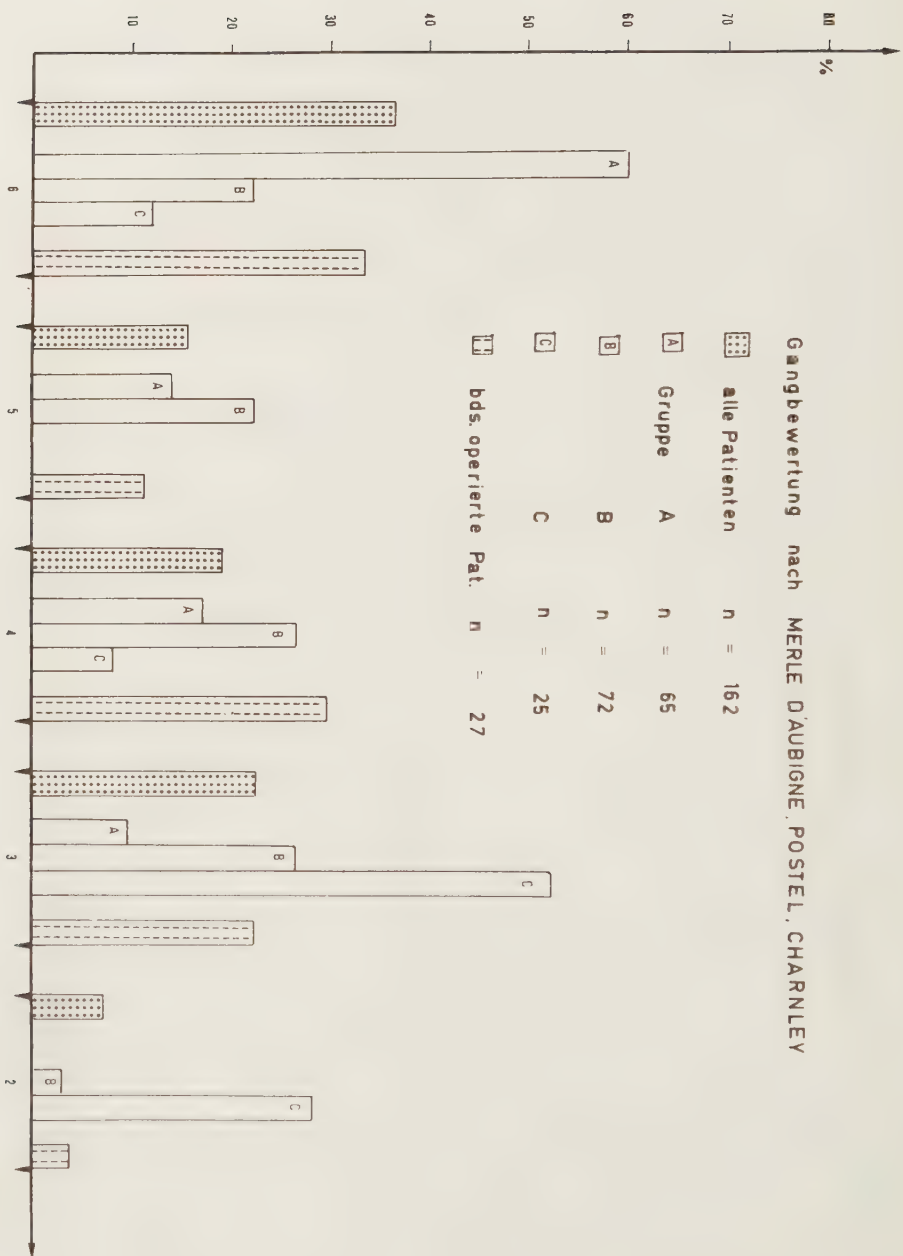


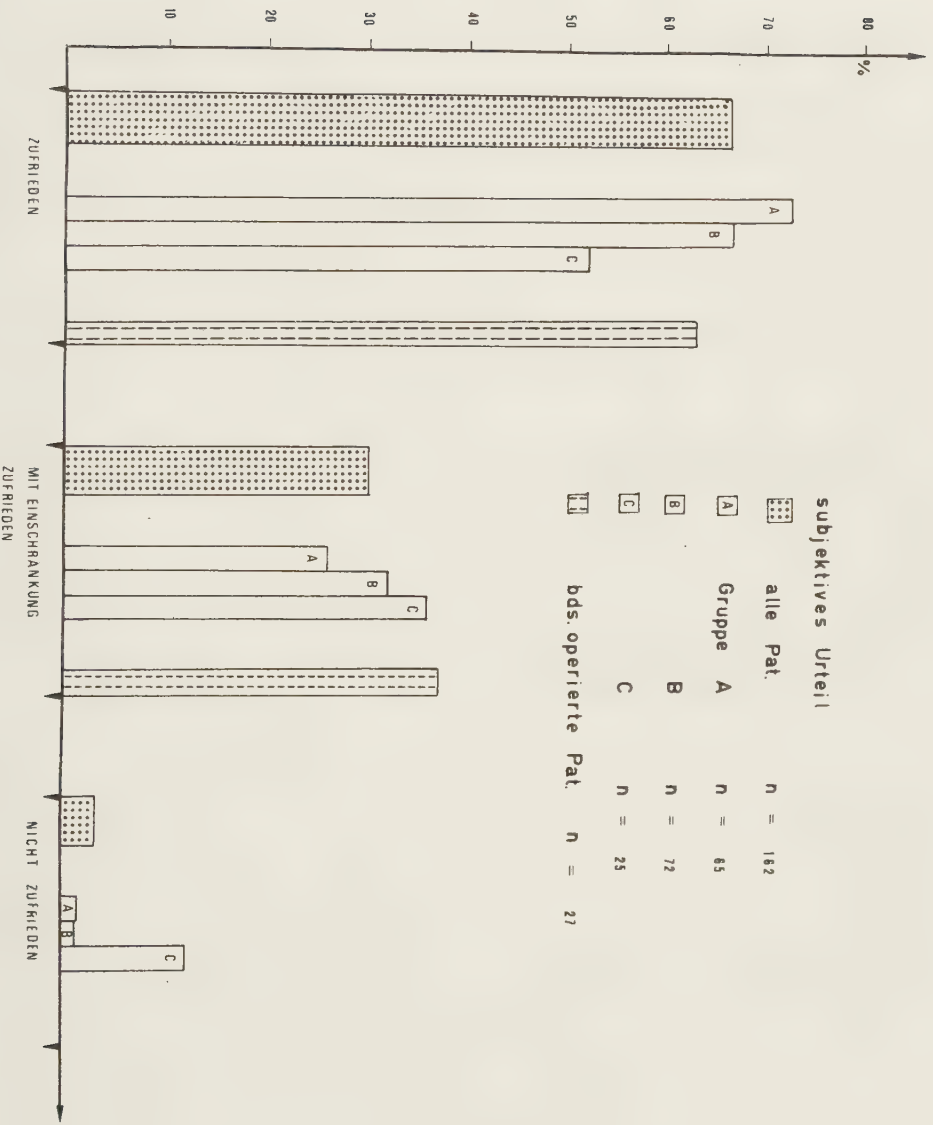
Schmerzbewertung nach MERLE, D'AUBIGNE, POSTEL, CHARNLEY



Gangbewertung nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL, CHARNLEY

	alle Patienten	n = 162
	Gruppe A	n = 65
	Gruppe B	n = 72
	Gruppe C	n = 25
	bds. operierte Pat.	n = 27





subjektives Urteil

alle Pat. n = 182

Gruppe A n = 65

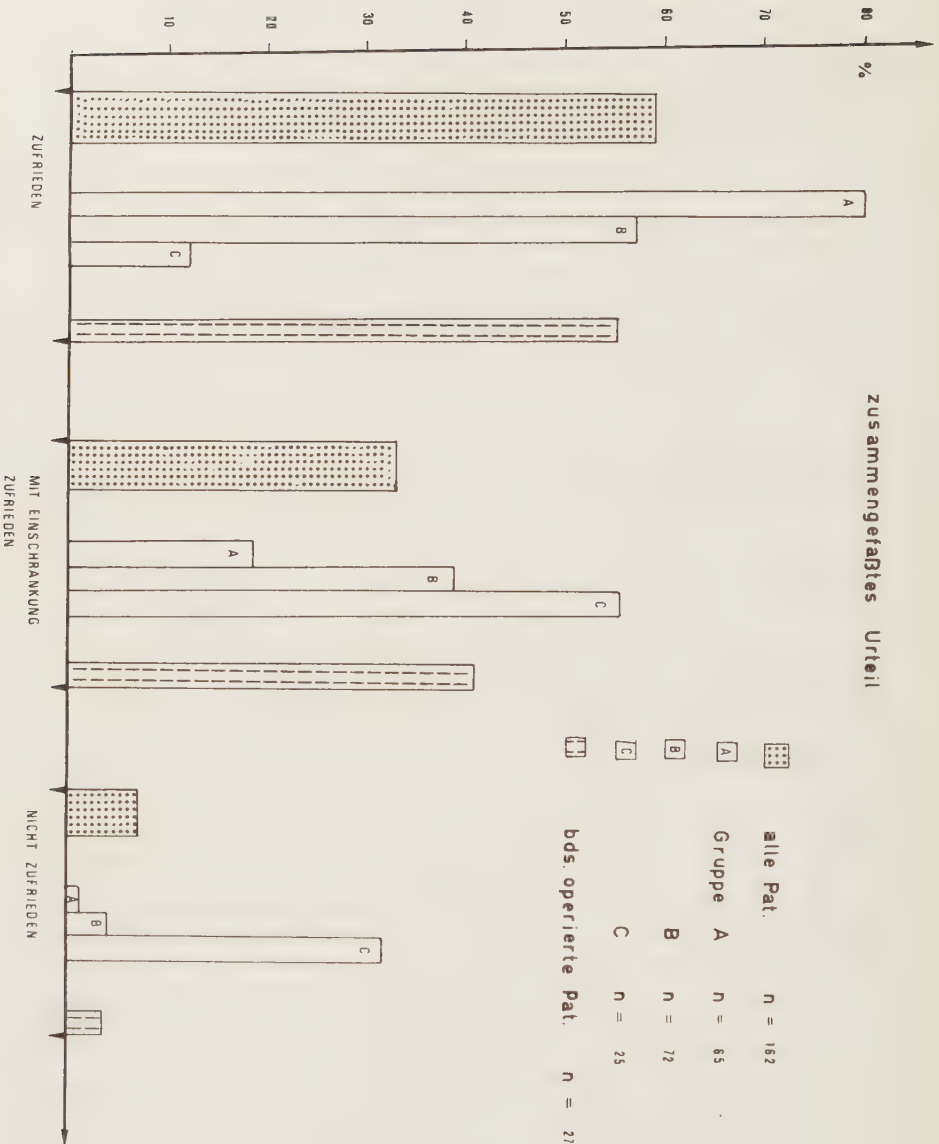
B n = 72

C n = 25

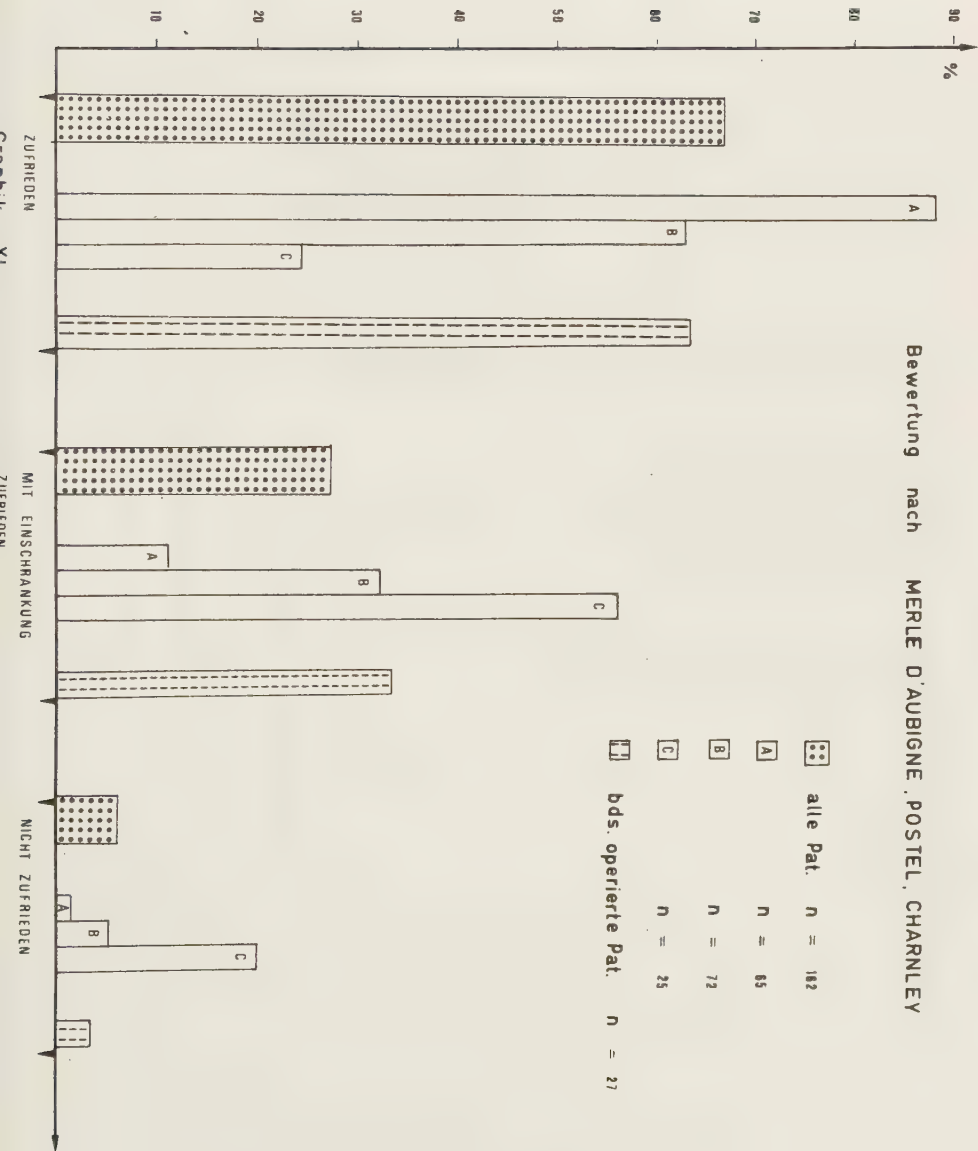
bds.operierte Pat n = 27

zusammengefasstes Urteil

alle Pat. n = 162
 Gruppe A n = 65
 B n = 72
 C n = 25
 bds. operierte Pat. n = 27



Bewertung nach MERLE D'AUBIGNE, POSTEL, CHARNLEY



GRAPHIK XII

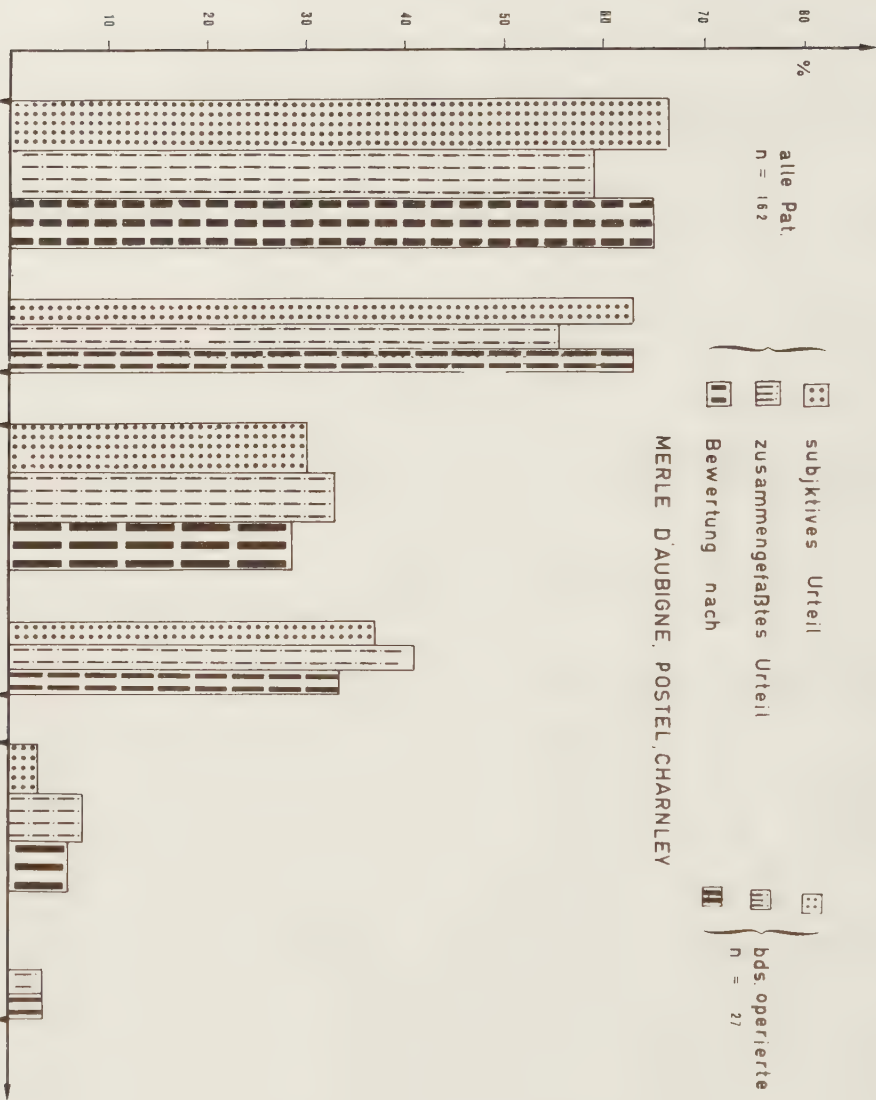
MIT
EINSCHRÄNKUNG

NICHT
ZUFRIEDEN

ZUFRIEDEN

ZUFRIEDEN

NICHT
ZUFRIEDEN



Literaturverzeichnis

BÄTZNER, K., BECK, W., WEVER, H.:

Komplikationen und Probleme der
Hüftgelenkstotalplastik.

Bruns' Beitr. klin. Chir. 219: 316 - 322, 1972

BAUER, R., JOPP, M.:

Resultate der totalen Hüftendoprothesen.

Arch. orthop. Unfall-Chir. 78: 325 - 335, 1974

BIEHL, G., HARMS, J., HANSER, U.:

Experimentelle Untersuchungen über die Wärme-
entwicklung im Knochen bei der Polymerisation
von Knochenzement. Intraoperative Temperatur-
messungen bei normaler Blutzirkulation und
in Blutleere.

Arch. orthop. Unfall-Chir. 78: 62 - 69, 1974

BLENCKE, B.-A.:

Implantatwerkstoffe für den Knochen-
und Gelenkersatz.

Deutsches Ärzteblatt 48: 2845 - 2850, 1977

BOITZY, A.:

Allgemeine operative Komplikationen bei
Totalprothesen der Hüfte.

in: Der totale Hüftgelenkersatz
Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ
1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973

BRAUNSDORF, M., CHARISSIS, G.:

Die Behandlungsmöglichkeiten der medialen
Schenkelhalsfraktur unter besonderer Be-
rücksichtigung der Teilprothese.

Med. Welt 18: 847 - 851, 1976

BRAUNSDORF, M., KONRADT, J.:

Geschichte und technische Entwicklung der
Hüftgelenkersatzoperationen.

Zbl. Chir. 102: 385 - 393, 1977

BUCHHOLZ, H.W.:

Das künstliche Hüftgelenk.

Materia Medica Nordmark 11: 613 - 622, 1969a

BUCHHOLZ, H.W.:

Die Remobilisation der ankylosierten Hüftgelenke
bei der Spondylitis ankylopoetica mit der
totalen Endoprothese.

Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für
Rheumatologie 1: 178 - 184, 1969b

BUCHHOLZ, H.W.:

Traumatologie des Hüftgelenks.

Chirurg 41: 62 - 67, 1970a

BUCHHOLZ, H.W.:

Die krankengymnastische Nachbehandlung beim
künstlichen Hüftgelenk.

Krankengymnastik 22: 133 - 136, 1970b

BUCHHOLZ, H.W.:

Das künstliche Hüftgelenk, Modell St. Georg.

in: Der totale Hüftgelenkersatz

Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ

1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973a

BUCHHOLZ, H.W.:

Klinische Erfahrungen über die Anwendung von
Gentamycin-Polymethylmetacrylat zur Infektions-
prophylaxe in der Hüftchirurgie und zur Therapie
tiefer Infektionen bei der totalen Endoprothese.

in: Kongressbericht

1. Internationaler Kongress für Prothesentechnik
und funktionelle Rehabilitation, Wien:
119 - 135, 1973b

BUCHHOLZ, H.W.:

Die tiefe Infektion bei der totalen Endoprothese.

in: Der totale Hüftgelenkersatz

Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULTZ

1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973c

BUCHHOLZ, H.W., ENGELBRECHT, E., RÖTTGER, J., SIEGEL, A.:

Totalendoprothese des Hüftgelenks.

chir. praxis 23: 297 - 306, 1977

BUCHHOLZ, H.W., GARTMANN, H.-D.:

Infektionsprophylaxe und operative Behandlung
der schleichenden tiefen Infektion bei der
totalen Endoprothese.

Chirurg 43: 446 - 453, 1972

BUCK, S., LEE, A.J.C., LING, R.S.M.:

Wirkung von Antibiotikazusätzen auf die mechanischen
Eigenschaften von Polymethylmetacrylat-Knochen-
zementen.

Med. Orth. Techn. 6: 181 - 187, 1976

CHARNLEY, J.:

Arthroplasty of the Hip. A new Operation.

Lancet 1961: 1129 - 1132, 1961

CHARNLEY, J.:

The bonding of prosthesis to bone by cement.

J. Bone Jt. Surg. 46-B: 518 - 529, 1964

CHRISTIANSEN, T.:

A new hip prosthesis with trunnion-bearing.

Acta Chir. Scand. 135: 43 - 46, 1969

CLAUBERG, G., ZIESSOW, P.:

Anästhesiologische Gesichtspunkte bei der
Hüftalloarthroplastik.

Act. Traumat. 3: 193 - 198, 1973

COTTA, H., SCHULITZ, K.-P., STÄDTLER, J.:

Unsere Erfahrungen mit der Rotationsprothese.

in: Der totale Hüftgelenkersatz

Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ

1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973

COVENTRY, M.B.:

The treatment of fracture-dislocation of the
hip by total hip arthroplasty.

J. Bone Jt. Surg. 56-A: 1128 - 1134, 1974

DIEHL, K.:

Knochenbeanspruchung und Knochenumbau bei der
Alloarthroplastik des coxalen Femurendes mit
Zementverankerung.

Arch. orthop. Unfall-Chir. 83: 9 - 28, 1975

DÖRRE, E., DAWIHL, W. ALTMAYER, G.:

Dauerfestigkeit keramischer Hüftendoprothesen.

Biomedizinische Technik 22: 3 - 7, 1977

ENNEKER, C., BURGHART, H., LAUTH, E.:

Hüftgelenks-Totalendoprothesen. Erfahrungen über
931 Fälle (April 1969 - April 1976) an einer
allgemeinchirurgischen Abteilung.

Münch. med. Wschr. 118: 1169 - 1172, 1976

FEARN, B., BURBIDGE, H.C., BENTLEY, G.:

The effect of methyl metacrylate cement on the
blood pressure.

Acta orthop. Scand. 43: 318 - 324, 1972

FITZGERALD, R.H., NOLAN, D.R., ILSTRUP, D.M., VAN SCOY, R.E.,
WASHINGTON II, J.A., COVENTRY, M.B.:

Deep Wound Sepsis following Total Hip Arthroplasty.

J. Bone Jt. Surg. 59-A: 847 - 855, 1977

FREEMAN, M.A.R., CHALLIS, J.H., ZELEZONSKI, J., JARVIS, I.D.:

Sepsis Rates in Hip Replacement Surgery with
Special Reference to the Use of Ultra Clean Air.

Arch. orthop. Unfall-Chir. 90: 1 - 14, 1977

FRIEDEBOLD, G., HANSLIK, L., RADLOFF, H., WEIGERT, M., GERBIG, W.:

Ergebnisse der totalen Alloarthroplastik der Hüfte.

in: Der totale Hüftgelenkersatz

Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ

1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973

GANZ, R., RÜTER, A.:

Alloarthroplastischer Ersatz des Hüftgelenkes bei
Knochentumoren und tumorartigen Veränderungen.

in: Der totale Hüftgelenkersatz

Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ

1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973

GEDULDIG, D., LADE, R., PRÜSZNER, P., WILLERT, H.-G., ZICHER, L.:

Tierexperimentelle Untersuchungen mit Gelenkprothesen
aus dichter Al_2O_3 -Keramik.

M O T 96: 112 - 115, 1976

GENTON, E.:

Rationale for Low Dose Heparin Therapy

in: Postoperative Thromboembolie-Prophylaxe

Hrsg. H.W. PABST und G. MAURER

1. Aufl., Stuttgart, F.K. Schattauer, 1977

GOEBEL, G., OHNSORGE, J.:

Stand der experimentellen Untersuchungen zur
Wechselwirkung zwischen Knochenzement und Lager-
gewebe: thermische oder toxische Schädigung?

in: Der totale Hüftgelenkersatz

Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ

1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973

GRISS, P., WERNER, E., HEIMKE, G., BUCHINGER, R.:

Vergleichende experimentelle Untersuchungen an
Bioglas (L. L. HENCH), Al_2O_3 -Keramik und mit mod.
Bioglas beschichteter Al_2O_3 -Keramik.

Arch. orthop. Unfall-Chir. 90: 15 - 27, 1977

GÜRTNER, Th., SOMMERLAD, W., VITTALI, P.:

Klinische Erfahrungen über intraoperative Herz-
und Kreislaufbelastung durch Implantation von
Polymethylmetacrylaten.

in: Kongressbericht

1. Internationaler Kongress für Prothesentechnik
und funktionelle Rehabilitation, Wien: 65 - 79, 1973

GUZZANTI, V., GRECO, F., DE ROSSI, G., FOCACCI, C.:

Die Toleranz bei Hüftgelenkprothesen bewertet durch
szintigraphische Studien.

Arch. orthop. Unfall-Chir. 88: 87 - 101, 1977

HARDINGE, K., WILLIAMS, D., ETIENNE, A., MACKENZIE, D., CHARNLEY, J.:
Conversion of Fused Hips to Low Friction
Arthroplasty.

J. Bone Jt. Surg. 59-B: 385 - 392, 1977

HARTMANN, H., HÖFFKEN, K.:

Indikation und verläufige Ergebnisse beim modernen
Hüftgelenkserersatz.

Bruns' Beitr. klin. Chir. 219: 538 - 544, 1972

HEEP, R., LICHTHE, H.:

Nuclearmedizinische Befunde an gelockerten und
entzündeten Total-Endoprothesen.

h.z. Unfallheilk. 117: 275 - 278, 1973

HEIPERTZ, W.:

Lockerung und Infektion der Hüftgelenktotal-
endoprothese.

Z. Orthop. 112: 938 - 940, 1974

HENCH, L.L., PANTANO, C.G., BUSCEMI, P.J., GREENSPAN, D.C.:

Analysis of bioglass fixations of hip prothesis.

J. Biomed. Mater. Res. 11: 267 - 282, 1977

HESSERT, G.R.:

Wie rotiert die Rotations-Totalendoprothese des
Hüftgelenkes in vivo?

Arch. orthop. Unfall-Chir. 68: 343 - 350, 1970

HOHMANN, D.:

Allgemeine und besondere Indikation der Total-
plastik des Hüftgelenks.

in: Der totale Hüftgelenkserersatz

Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ

1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973

HOLZ, U., KRANER, F., WELLER, S.:

Periartikuläre Verknöcherungen nach Hüfttotal-
endoprothesen. Klinische und röntgenologische
Untersuchungen an 697 Hüftgelenken.

Z. Orthop. 115: 146 - 158, 1977

HUGGLER, A.H., SCHREIBER, A.:

Alloarthroplastik des Hüftgelenks.

2. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1978

IDELBERGER, K.:

Lehrbuch der Orthopädie.

1. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York, Springer, 1970

JUDET, R.:

Totale Hüftendoprothesen aus Porometall ohne
Zementverankerung.

Z. Orthop. 113: 828 - 829, 1975

KAKKAR, V.V.:

Potentiation of Anti Xa Activity -
another Aspect of the Synergistic Effect
of Heparin and Dihydergot.

in: Postoperative Thromboembolie-Prophylaxe
Hrsg H.W. PABST und G. MAURER

1. Aufl., Stuttgart, F.K. SCHATTAUER, 1977

KEHR, H.:

Ergebnisse und Erfahrungen bei Hüftgelenks-
plastiken mit Totalprothesen.

Msch. Unfallheilk. 76: 49 - 60, 1973

KOSCHMIEDER, R., RITZERFELD, W., KLEYMANN, H.:

Infektionsprophylaxe beim alloplastischen Gelenk-
ersatz durch Gentamycinzusatz beim Polymethyl-
metacrylat. Tierexperimentelle Untersuchungen.

Z. Orthop. 111: 244 - 249, 1973

KRÄMER, J.:

Implantatauswechslung an der Hüfte mit der
Rotationstotalendoprothese.

Orthop. Prax. 13: 20 - 22, 1977

KRATZERT, R.:

Autopolymerisierende Kunststoffimplantate und
Probleme ihrer Verankerung. Ergebnisse experi-
menteller Untersuchungen.

in: Der totale Hüftgelenkersatz

Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ

1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973

KRÖSEN, A.:

Experimentelle Untersuchungen zur Bestimmung
der Oberflächentemperaturen des auspolymerisierenden
Knochenzementes Palacos.

Inaug. Diss., Köln, 1970

KUTZNER, F. DITTMANN, E., OHNSORGE, J.:

Restmonomerabgabe von abhärtendem Knochenzement.
Experimentelle Untersuchungen.

Arch. orthop. Unfall-Chir. 79: 247 - 253, 1974

LEE, H.B., TURNER, D.T.:

Temperature Control of a Bone Cement by
Addition of a Crystalline Monomer.

J. Biomed. Mater. Res. 11: 671 - 676, 1977

LUBINUS, H.-H., JACOBSEN, U.:

Erfahrungen mit dem totalen Hüftersatz unter
Verwendung des Systems Brunswik und eines
dorsalen Zugangs.

in: Der totale Hüftgelenkersatz

Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ

1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973

MC KEE, G.K., WATSON-FARRAR, J.:

Replacement of arthritic hips by the
Mc Kee-Farrar prothesis.

J. Bone Jt. Surg. 48-B: 245 - 259, 1966

MITTELMEIER, H.:

Selbsthaftende Keramik-Metall-Verbund-
Endoprothesen.

M O T 95: 152 - 159, 1975

MOORE, A.:

Metal hip joint. A new self-locking
Vitalium-prothesis.

Sth. med. J. 45: 1015 - 1019, 1952

MÜLLER, K.-H.:

Primärer totalendoprothetischer Ersatz des
Hüftgelenks nach Schenkelhalsbruch.

Hefte z. Unfallheilkunde 121: 118 - 120, 1974

OHL, E., CMELIK, M., SCHMID, H.:

Kritische Untersuchung einer Serie von 395
Hüfttotalendoprothesen nach 3jähriger
Beobachtungszeit.

Unfallheilkunde 79: 287 - 293, 1976

OHNSORGE, J.:

Die Fixation von Metallendoprothesen am Knochen
mittels Knochenzement ohne thermische
Schädigung des Knochengewebes.

Langenbecks Arch. Chir. 327: 855 - 857, 1970

OHNSORGE, P.:

Experimentelle Untersuchungen zur Bestimmung des
intramedullaren Druckverlaufes im Femur beim
Eindrücken von Knochenzement und beim Einbringen
einer Femurschaftendoprothese.

Inaug. Diss., Köln, 1971

RATHKE, F.W., ERBAN, W.K.:

Infektionsprophylaxe und Infektionstherapie
bei Gelenksendoprothesen mit antibiotischem
Knochenzement (AKZ).

Med. Orth. Techn. 6: 188 - 191, 1976

REFIOR, H.J., STÜRZ, H.:

Möglichkeiten des alloarthroplastischen Ersatzes
bei Tumoren des proximalen Femur- und
Humerusendes.

Med. Orth. Techn. 6: 167 - 169, 1976

RING, P.A.:

Complete replacement arthroplasty of the hip
by the Ring prothesis.

J. Bone Jt. Surg. 50-B: 720 - 731, 1968

RITTER, G., GRÜNERT, A., SCHWEIKERT, C.-H.:

Biomechanische Ursachen von Lockerung und
Bruch der Hüftendoprothesen.

Arch. orthop. Unfall-Chir. 77: 154 - 164, 1973

RITTER, G., GRÜNERT, A., SCHWEIKERT, C.-H.:

Die Zuggurtungs-Hüftendoprothese.

Arch. orthop. Unfall-Chir. 86: 1 - 4, 1976

RUBOVSKY, S.:

Neurologische Komplikationen nach
Hüfttotalendoprothesen.

akt. traumatol. 7: 303 - 310, 1977

RUCKELSHAUSEN, M.C.:

Technische Entwicklung der Hüftendoprothesen.

in: Der totale Hüftgelenkersatz

Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULTZ

1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973a

RUCKELSHAUSEN, M.C.:

Haltbarkeitserwartung von Hüfttotalprothesen
in Abhängigkeit von Verschleiß, Reibungs-
koeffizient und Kopfdurchmesser.

in: Der totale Hüftgelenkersatz
Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ
1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973b

RÜTER, A., GANZ, R.:

Totalprothesen nach Hüftarthrodesen.

in: Der totale Hüftgelenkersatz
Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ
1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973

SATTEL, W., NABERT-BOCK, G.:

Antibiotika-Zusatz zu Polymethylmetacrylat als
postoperative Infektionsprophylaxe.

Unfallheilkunde 79: 221 - 226, 1976

SHELLMANN, W.D., VITTALI, H.P.:

Diagnostik der Lockerung von Hüftgelenks-
totalendoprothesen.

chir. praxis 19: 109 - 113, 1975

SCHLAG, G.:

Experimentelle und klinische Untersuchungen
mit Knochenzementen. Ein Beitrag zur Pathogenese
und Prophylaxe der akuten intraoperativen
Hypotension bei Hüftalloarthroplastiken.

1. Aufl., Wien, Hollinek, 1974

SCHREIBER, A., JANSSEN, G.:

Zürcher Erfahrungen mit der Hüfttotal-
endoprothese (1962 - 1970).

in: Der totale Hüftgelenkersatz
Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ
1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973

SCHULITZ, K.-P.:

Periartikuläre Gewebereaktionen am Weichteillager.

in: Der totale Hüftgelenkersatz
Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ
1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973

SCHWEIKERT, C.-H.:

Zur Indikation und Technik von Teil- und Totalprothesen am Hüftgelenk.

Act. Traumat. 3: 217 - 223, 1973

SEIDEL, H., EGGERT, A., PIETSCH, H.:

Intraoperative Temperaturmessungen an der Zementknochengrenze bei TEP-Implantation.

Arch. orthop. Unfall-Chir. 90: 251 - 257, 1977

SEMLITSCH, M., WILLERT, H.-G., DÖRRE, E.:

Neue Werkstoffpaarung Al_2O_3 -Keramik/Polyäthylen zur Verminderung des Polyäthylenabriebs bei Gelenkpfannen von Hüftendoprothesen.

M O T 95: 143 - 144, 1975

SHIKITA, T., OONISHI, H.:

Abnützung und Schmierung der Totalendoprothesen des Hüftgelenks.

in: Der totale Hüftgelenkersatz
Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ
1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973

SMITH-PETERSEN, M.N.:

Arthroplasty of the hip. A new method.

J, Bone Jt. Surg. 21-B: 269 - 288, 1939

SUEZAWA, Y., DIETSCHI, C.:

Prothesenwechsel am Hüftgelenk.

Z. Orthop. 115: 159 - 167, 1977

SULMONI, A., HUGGLER, A.H., SCHABERT, P.:

Urologische Spätkomplikationen nach totalem
Hüftgelenkersatz.

H.z. Unfallheilk. 114: 306 - 309, 1972

SWANSON, S.A.V.:

Mechanical Aspects of Fixation.

in: The Scientific Basis of Joint Replacement

Hrsg. S.A.V. SWANSON und M.A.R. FREEMAN

1. Aufl., Kent GB, Pitman, 1977

THOMPSON, F.R.:

2 1/2 years experience with a vitallium
intramedullary hip prothesis.

J. Bone Jt. Surg. 35-A: 1032 - 1038, 1953

TÖNNIS, D., ASAI, H.:

Untersuchungen über die Lockerungsraten
verschiedener Hüftgelenksprothesen und unter-
schiedlicher Halslängen.

Arch. orthop. Unfall-Chir. 86: 317 - 332, 1976

VENABLE, C.S., STUCK, W.G.:

The effects on bone of the presence of metals
based upon electrolysis. An experimental study.

Amer. Surg. 55: 917 - 924, 1938

VERNON-ROBERTS, B., FREEMAN, M.A.R.:

The Tissue Response to Total Joint Replacement
Prothesis.

in: The Scientific Basis of Joint Replacement

Hrsg. S.A.V. SWANSON und M.A.R. FREEMAN

1. Aufl., Kent GB, Pitman, 1977

WAHLIG, H., BUCHHOLZ, H.W.:

Experimentelle und klinische Untersuchungen
zur Freisetzung von Gentamycin aus einem
Knochenzement.

Chirurg 43: 441 - 445, 1972

WALDE, H.-J., AHLERS, J., SCHWEIKERT, C.-H.:

Zur Pfannenverankerung bei total-
endoprothetischem Hüftgelenkersatz.

Unfallheilkunde 80: 79 - 84, 1977

WALKER, N.:

Cauda-equina-Querschnittslähmung nach Hüft-
alloarthroplastik.

Z. Orthop. 112: 1327 - 1333, 1974

WEBER, B.G.:

Die Rotations-Totalprothese des Hüftgelenks.

Z. Orthop. 107: 304 - 315, 1970

WEBER, B.G., STÜHMER, G.:

Gute und schlechte Erfahrungen mit der Total-
prothese des Hüftgelenks.

in: Der totale Hüftgelenkersatz

Hrsg. H. COTTA und K.-P. SCHULITZ

1. Aufl., Stuttgart, Georg Thieme, 1973

WEHNER, W., MORGENSTERN, C., ZEUMER, G.:

Das Verhalten des intramedullaren Druckes
bei Markbohrung und -nagelung.

Zbl. Chir. 91: 209 - 215, 1966

WENZL, H., GARBE, A., NOWAK, H.:

Experimentelle Untersuchungen zur Pharmakokinetik
von Monomethylmetacrylat.

in: Kongressbericht

1. Internationaler Kongress für Prothesentechnik
und funktionelle Rehabilitation, Wien: 1 - 16, 1973

WILLIAMS, E., TAYLOR, A.R., ARDEN, G.P., EDWARDS, D.H.:

Arthroplasty of the Hip in Ankylosing Spondylitis.

J. Bone Jt. Surg. 59-B: 393 - 397, 1977

WITT, A.N.:

Möglichkeit und Grenzen des Endoprothesentauches.

Arch. orthop. Unfall-Chir. 88: 1 - 5, 1977

WITT, A.N., HACKENBROCH, M.H.:

Therapeutische Möglichkeiten bei gelockerten
Hüfttotalendoprothesen.

Z. Orthop. 114: 330 - 341, 1976

ZWEYMÜLLER, K., LOCKE, H., PLENK, H., SALZER, M.:

Endoprothesen aus Biokeramik bei Knochen-
geschwülsten.

Med. Orth. Techn. 6: 169 - 171, 1976

An dieser Stelle danke ich Herrn Prof. Dr. med. G. Jacobs, ehem. Oberarzt an der Chirurgischen Klinik A der Universität Düsseldorf, für die Überlassung des Themas der vorliegenden Dissertation,

Herrn Priv. Doz. Dr. med. D. Moschinski, Oberarzt an der Chirurgischen Klinik A der Universität Düsseldorf, für die Betreuung bei der Durchführung dieser Arbeit und meinem Chef, Herrn Dr. med. F. Stürtzbecher, Chefarzt der Chirurgischen Abteilung im Krankenhaus Bethesda Mönchengladbach, für die Bereitstellung des Krankengutes und die Unterstützung bei der Durchführung der Nachuntersuchungen.

Lebenslauf

11. Oktober 1943 geboren in Reichenberg als Sohn des Regierungsbeamten Wilhelm Willberg und seiner Ehefrau Ilse geb. Geeraets;
- 1949 - 1953 Besuch der Volksschule in Mönchengladbach;
- 1954 - 1963 Besuch des Stiftisch Humanistischen Gymnasiums in Mönchengladbach;
8. Februar 1963 Reifeprüfung;
- 1963 - 1971 Studium der Medizin an den Universitäten in Bonn, Erlangen, Aachen, Essen und Düsseldorf;
29. Oktober 1964 Naturwissenschaftliche Vorprüfung in Bonn;
2. August 1967 Ärztliche Vorprüfung in Düsseldorf;
23. Dezember 1971 Ärztliche Prüfung in Düsseldorf;
- April 1972 bis August 1972 Medizinalassistent an der Chirurgischen Abteilung im Krankenhaus Bethesda, Mönchengladbach;
- September 1972 bis Dezember 1972 Medizinalassistent an der Inneren Abteilung des Marienhospitals, Hamm;
- Februar 1973 bis April 1973 Medizinalassistent an der Chirurgischen Abteilung im Krankenhaus Bethesda, Mönchengladbach;
27. April 1973 Approbation als Arzt, seitdem in chirurgischer Weiterbildung am Krankenhaus Bethesda, Mönchengladbach.

Fotodruck Mainz, 5100 Aachen, Neupforte 13, Nähe Markt, Telefon (02 41) 2 73 05